Allgemeines Wörterbuch

der

Kriegsbaukunſt,

welches die

theoretiſche und praktiſche Darſtellung aller Grundſätze und Lehren des Feſtungsbaues, des Angriffes und der Vertheidigung befeſtigter Orte und des Minenkrieges enthält.

Zweiter Theil.

F. bis Q.

Mit IX. Kupfertafeln.

Berlin, 1816.
In der Realſchul-Buchhandlung.

Vorwort.

Durch den Feldzug des vorigen Jahres abgehalten, kann ich meinen Leſern die gegenwärtige Fortſetzung des Wörterbuches erſt jetzt übergeben, worinnen ich mich vorzüglich bemühet habe: die Einrichtung der Futtermauern, mit und ohne Kaſematten, der Feſtungsgräben, die Anlage der Minen, die Beſtimmung der Ladungen derſelben, und die Grundſätze zu erläutern, auf welchen die Verfertigung der Bauanſchläge beruhet. Unter dem Artikel Mauerverband findet man die Darſtellung der, von den Franzoſen ſo genannten Coupe des pièrres, worüber man in Deutſchland noch kein eigenes Werk hat, obgleich der praktiſche Theil dieſer Kunſt den deutſchen Bauleuten längſt bekannt war, wie die aus Bruchſteinen aufgeführten kühnen Bogengewölbe ihrer alten gothiſchen Kirchen beweiſen.

Indem ich auf dieſe Weiſe mich beſtrebte: wo möglich, Nichts zu übergehen, was dem Kriegsbaumeiſter bei der gegenwärtigen Lage der Wiſſenſchaft nützen oder inter=

eſſiren kann: werden ihm eine Menge älterer und neuerer Werke entbehrlich, deren Anſchaffung theils ſchwer, theils äußerſt koſtſpielig iſt, und deren Durchleſung ſelbſt durch die ſich fortwährend drängende Menge von Geſchäften öfters unmöglich wird, während es dem Ingenieur wichtig iſt: bei den Feſtungsarbeiten, womit er ſich eben beſchäftiget, manche in jenen enthaltene neue Anſichten und Erfahrungen zu berückſichtigen.

v. Hoyer,
Königl. Preuß. Oberſter im Ingenieur-Corps.

F.

Fallbäume (orgues) und **Fallgatter** (herses) waren in der früheren Zeit, als die Eingänge der Feſtungen und Schlöſſer noch durch keine Außenwerke gegen feindlichen Ueberfall geſchützt wurden, zur Verſchließung der Thore beſtimmt. Eine, der Breite des letztern angemeſſene Anzahl 5″ ſtarker Balken, oder ein aus dergleichen Holzwerk zuſammengeſtuptes Gatterthor hing zu dem Ende an einem Wellbaume über dem Eingange, damit es leicht und ſchnell herunter gelaſſen werden konnte. Die Auſſenwerke und der bedeckte Weg machen dieſe Vorrichtungen entbehrlich, die noch außerdem ein beſonderes Gebäude über dem Thore erfordern, in dem ſich das Gatter auf- und abbeweget. Man findet ſie daher jezt nur noch in einigen alten Bergfeſten, wo ſie noch aus der Vorzeit vorhanden ſind.

Falſcher Angriff (fausse attaque) wird bei dem Angriff irgend eines befeſtigten Ortes an einer oder mehreren Seiten mit einer ſchwächern Truppenzahl veranſtaltet, um die Aufmerkſamkeit des Feindes zu theilen, und von dem wahren Punkte abzuziehen, wo man durchzubrechen hofft. Da jedoch wohl vielleicht der Feind auch hier ſo überraſcht wird, daß der falſche ſich in den wahren und eigentlichen Angriff verwandelt; müſſen allezeit hinreichende Unterſtützungstruppen bereit ſtehen, um in einem ſolchen Falle jede, von dem Feinde gegebene Blöße zu benutzen. Eine weſentliche Vorſicht iſt dabei: auch die zum falſchen Angriff beſtimmten Truppen, beſonders bei Ueberfällen, keinen unnützen Lerm erregen zu laſſen, und dadurch den Feind aufmerkſam zu machen, wodurch leicht das ganze Unternehmen fehlſchlagen kann. Durch einen ähnlichen Fehler ward der genug bekannte und ſehr gut entworfene Anſchlag auf Bitſch vereitelt.

Façen (les faces) oder die Geſichtslinien der Bollwerke AC und BD Fig. 2. Tab. I. ſtoßen in dem beſtrichenen Winkel A und B. zuſammen, und wurden von den älteren Kriegsbau-

meiſtern nur kurz gemacht, um dadurch dem Feinde eine deſto kleinere Fläche zum Angriff darzubieten. Allein nicht nur geben längere Façen, auch in Verbindung mit einem offenen Bollwerkswinkel den Belagerten mehr Raum zur Vertheidigung; ſondern eine längere, dem Angriff ausgeſetzte Linie, muß — weil ſie mehr Geſchütz faſſen kann — eben deshalb auch einer kräftigeren Vertheidigung fähig ſeyn. Es folgt hieraus: daß längere Façen unter allen Umſtänden den kürzern vorzuziehen ſind, ſobald ſie die Länge von 30 Ruthen nicht überſchreiten, weil ſie außerdem die Bollwerke zu ſehr vergrößern und auch eine weitere Oeffnung der Ravelinskehle erfordern würden. Da nun Cormontaigne die Länge der äußern Polygon allgemein auf 90 Ruthen geſetzt hat, ſo macht er dem eben angeführten Grundſatze zufolge die Länge der Façen $\frac{2}{6}$ oder 30 Ruthen, und läßt das Ravelin 8 bis 10 Ruthen von dem Schulterpunkte nach der Spitze Cp. gehen. Wenn die Flanken, wie hier, ſenkrecht auf der Streichlinie ſtehen, und folglich CFD = 90°; ſo iſt der Sinus davon = 1, und Sin. 90° + B = Cos. B, und Sin. 98° + 2 B. = Cos. 2 B.; folglich findet man die Façe $\frac{\text{a. Cos. B.} - \text{b.}}{\text{Cos. 2 B.}} = \frac{90 + \text{Cos. } 18^\circ\ 23' - 60}{\text{Cos. } 36.\ 46'.} = 31$ Ruthen nahe; wo a. die äußere Polygon, b. die Streichlinie und B. den kleinen Winkel ausdrückt.

Es läßt ſich jedoch die Länge der Façe keinesweges unveränderlich beſtimmen; vielmehr hängt dieſelbe von dem Terrain ab, das hier nur allein gebietet, und dem zufolge die Façen bald länger, bald kürzer, ja wohl gar von verſchiedener Länge gemacht werden müſſen. Denn es fällt in die Augen: daß durch das Zunehmen der Polygonſeite von 90 bis 130 und mehr Ruthen die Streichlinien zu lang werden, daher man genöthiget iſt: die Flanken weiter auf der Kurtine vorzurücken und dadurch die Façe zu vergrößern. In Abſicht der Höhe des Walles ſehe man Höhe.)

Bei den Tenaillenwerken ſind die Façen und die Streichlinie Eins; ihr geringſtes Maaß würde dennoch 60 Ruthen ſeyn, und man ſie nöthigen Falles wohl bis auf 100 Ruthen verlängern können; wo der Kartätſchenſchuß noch wirkſam genug iſt: den vorſpringenden Winkel zu vertheidigen; daß aber blos hierauf Rückſicht zu nehmen iſt, wird Artikel Streichlinie gezeiget werden.

Die Façen des Ravelins waren in den erſten Zeiten nur ſehr kurz, weil dieſes Werk blos zur Sicherheit des Thores vor die Mitte der Kurtine, und zwiſchen die Flanken der Bollwerke gelegt ward. Späterhin ließ man dieſe Façen auf die Orillons zulaufen und machte ſie 18 bis 20 Ruthen lang. Weil man jedoch auch hierdurch nur eine unzureichende Verthei=

digung der Ravelinfaçen erhielt, wurde dieſe, bei derſelben Länge, auf die Schulterpunkte der Bollwerke gezogen. Vauban rückte ſie 30 bis 60 Fuß vor dem Schulterpunkt, und gab ihnen $\frac{2}{8}$ der äußern Polygon A B (Fig. 2. Tab. I.) oder im andern Falle $\frac{2}{7}$ derſelben zur Länge, wodurch ſie den Bollwerksfaçen gleich wurden. Cormontaigne endlich, deſſen Befeſtigungsmanier ſich eben durch die weit vorſpringenden Raveline unterſcheidet, verlängerte ſie bis auf 30 Ruthen, wagte es jedoch nicht, dieſe Vergrößerung noch weiter zu treiben, weil er ſelbſt hiebei vielen Widerſpruch fand, und man ſich noch nicht an einen ſo weiten Vorſprung des Ravelins gewöhnen konnte, dem man ſogar die Vertheidigungsfähigkeit abſprach. Aus ſeinen Schriften aber ſiehet man: daß er geneigt war, die Ravelinfaçen bis 35 Ruthen lang zu machen; man darf ſich daher auch nicht bedenken, ihnen 40 und ſelbſt 50 Ruthen zu geben, ſobald es darauf ankommt: kleine Polygone durch vorgelegte Raveline zu verſtärken, und die Bollwerksſpitzen weiter zurück zu bringen. (S. Halbe Mond.)

Faſchinen (fascines) werden bekanntlich zu Bekleidung der Bruſtwehren, in andern Fällen ſogar zu Aufführung derſelben, zu Ausfüllung naſſer Terrainſtellen ꝛc., von verſchiedener Größe und Stärke gebraucht. Sie unterſcheiden ſich

a. in gewöhnliche Faſchinen, von 6 Fuß Länge und 10 Zoll Stärke, wie man ſie bei allen Schanzarbeiten, und bei der flüchtigen Sappe verwendet, wo man ſie bisweilen nur 4 Fuß lang machet, damit jeder Arbeiter, nebſt ſeinem Schanzzeuge ꝛc., bequem Eine tragen kann.

b. Die Sappenbunde (fagots de sappe) haben nur 3 Fuß, als die gewöhnliche Länge eines Schanzkorbes, hinter deren Zwiſchenräume ſie bei der halben und ganzen Sappe geſtellt werden, und 12 bis 16 Zoll Stärke. In der Mitte iſt ein 4 Zoll langer und unten zugeſpitzter Pfahl eingebunden, damit der Arbeiter ihn in die Erde treiben, und dadurch das Sappenbund befeſtigen kann.

c) Die Würſte oder Batteriewürſte (saucisson) ſind 10, 12, 15 oder 18 Fuß lang, 12 Zoll dick, und aus ſchwächern Aeſten gebunden, damit ſie ſich an dem Ende der Schartenzeile umbiegen laſſen. Man leget zu dem Ende bei dem Batteriebau die aus ſtärkern Aeſten verfertigten, zur Seite, um ſie zu Aufführung des Kaſtens der Batterie bis an die Sohle der Schießſcharte, anzuwenden.

d) Die Deckfaſchinen kommen aber queer über die Schießſcharten zu liegen, und werden deshalb 8 bis 10 Fuß lang, 12 Zoll dick, aus ſtarken Zweigen und Knüppeln gebunden, damit ſie ſich nicht biegen.

e) Eben ſo ſind die Waſſerfaſchinen aus den ſtärkſten Aeſten, von ſchwerem Laubholz und mit eingelegten Steinen, 6 bis 10 Fuß lang, 10 Zoll ſtark, verfertiget. Man bedienet ſich ihrer zu dem Damm, bei dem Uebergang über einen Waſſergraben, zu Ausfüllung der Waſſergallen, zu erhöheten Batterien ꝛc.

Die praktiſche Verfertigung der Faſchinen iſt theils bekannt genug, theils in dem Wörterbuche der Artillerie genügend beſchrieben, daher es überflüſſig ſein würde, uns mehr damit zu beſchäftigen. Auch die Anwendung der Faſchinen zu Verkleidung der Bruſtwehren iſt daſelbſt Artik. Batterieen enthalten und bedarf hier keiner weitern Auseinanderſetzung. Bei der Verkleidung ſehr hoher Wallgänge oder Bonnets läßt ſich noch eine größere Feſtigkeit erlangen, wenn man die Pfählungen zu dem Anpflöcken 3 Fuß lang macht, und oben 10 Zoll über die Faſchinen hervorſtehen läßt (Fig. 3. Tab. VIII.) Die zweite Faſchinenlage wird nun hinter die emporſtehenden Köpfe der unteren Lage geleget, und auf dieſelbe Weiſe angepflöckt; ſo daß jede Faſchine durch ihre eigenen Pfähle, und zugleich durch die herausſtehenden Köpfe der unteren Lage gehalten wird.

Faſchinenmeſſer (Serpe) iſt zu dem Abhauen der ſchwachen Zweige, oder dem Ausäſten ꝛc. bei dem Faſchinenbinden beſtimmt, und beſtehet aus einer 12 bis 16 Zoll langen, 3 Zoll breiten Klinge (Fig. 2. Tab. VIII.) und einem 5 Zoll langen Hefte. Die Sächſiſche Artillerie hat anſtatt der Seitengewehre, Faſchinenmeſſer, 2 Fuß lang und 3 Zoll breit.

Fauſſebray oder niederer Wall ward von den Niederländiſchen Kriegsbaumeiſtern bei ihrer Befeſtigungsmanier angebracht, um dem naſſen Graben und der Contreſcarpe eine niedrige Vertheidigung zu verſchaffen. Sie beſtehet demnach aus einer Bruſtwehr A. mit einem 18 bis 24 Fuß breiten Wallgange, der gewöhnlich die Höhe des Landhorizontes hat, und vor dem hohen oder Hauptwalle liegt. Die Franzoſen, die immer von der ältern Italieniſchen Manier ausgingen, haben in Verfolg derſelben auch die Fauſſebray nirgends angebracht; man findet ſie blos an der von dem General Merigny 1670. erbauten Citadelle von Tournay, und an der Stadtſeite der Citadelle von Arras, die zwar unter Vaubans Leitung, doch wahrſcheinlich nicht von ihm ſelbſt erbauet worden iſt. Vauban ſetzte die von Floriani erfundene, ungleich ſchlechtere Grabenſcheere (ſ. dies Wort) an ihre Stelle, und glaubte ſeinen Feſtungen dadurch eine weſentliche Verbeſſerung zu geben, weil die Fauſſebray 1) durch die darauf fallenden Bomben, und durch die von dem Hauptwall abgeſchoſſenen Trüm-

mern angefüllt, für die Vertheidigung unbrauchbar gemacht wird, auch von den Façen und Flanken von den höher liegenden feindlichen Logementern auf dem Glaçis eingeſehen und enfilirt iſt. 2) Da durch ſie die Wallhöhe in 2 Theile geſchnitten wird, iſt ſie der Leiterersteigung günſtig und befördert die Deſertion. 3) Weil die Stücke der von dem Hauptwall heruntergeſchoſſenen Futtermauer auf ihr liegen bleiben, macht ſie die Breſche erſteiglicher. Endlich 4) giebt ſie dem ſtürmenden Feinde Gelegenheit: ſich auf ihrem Wallgange auszubreiten und vielleicht an dem Schulterpunkte oder anderswo den Hauptwall zu erſteigen, wenn vielleicht ſeine Futtermauer ſchon von dem Felde aus heruntergeſchoſſen worden iſt. Allein, dieſe Nachtheile verſchwinden bei einer zweckmäßigen Einrichtung der Fauſſebray, wenn man 1) ihren Wallgang durch einen Graben C von dem Hauptwalle B. Fig. 94. Tab. VIII. abſondert, wodurch man zugleich Gelegenheit bekommt: der Futtermauer des letztern über 20 Fuß Höhe zu geben. 2) Wenn man den Graben F vor der Fauſſebray tief genug machet, oder ihn mit einer hinreichenden tiefen und 24 Fuß breiten Cünette verſiehet. 3) Wenn man den genugſam breiten Wallgang der Fauſſebray durch eine, auf die Schulter des Bollwerks gelegte Kaſematte M. Fig. 51. T. V. und Fig. 5. Tab. VIII. mit Geſchütz beſtreichet.

Die Fauſſebray gewähret dagegen die weſentlichen Vortheile: daß man durch ſie ein raſirendes kräftiges Feuer gegen die Breſchbatterieen und zu Beſtreichung der Contreſcarpe, ſo wie derjenigen Theile des Grabens bekommt, die von den hohen Façen und Flanken nur mit Senkſchüſſen getroffen werden können. Es gehet daraus die Nothwendigkeit hervor: alle diejenigen Feſtungen mit einer Fauſſebray zu verſehen, deren Hauptwall keine niedrigen, und gegen die feindlichen Wurffeuer völlig geſicherten Geſchützſtände hat. Nur dieſe allein können die Fauſſebray entbehrlich machen, deren Vortheile evident, deren Nachtheile aber theils blos eingebildet, theils leicht hinweg zu ſchaffen ſind. Mehrere deutſche Kriegsbaumeiſter haben ſie daher in ihren Werken empfohlen, und ſelbſt der Franzoſe Dürange tadelt Vauban deshalb: daß er die Fauſſebray hinweg gelaſſen hat. Cöhorns Fauſſebray würde durch die Abſonderungsgraben C. Fig. 94. Tab. VIII. und durch die Beſtreichung deſſelben aus der Kaſematte des Orillons M. Fig. 51. Tab. V. und Fig. 93. Tab. VIII. alle Bedingungen einer unter dieſen Umſtänden möglichen Vertheidigung erfüllen; wovon ſie anſtatt der ſchmalen Auftritte D. einen hinreichenden breiten Wallgang hätte, um Geſchütz aufnehmen zu können. Denn dieſes iſt zu einer kräftigen Vertheidigung hier durchaus unentbehrlich.

Um die Beſtreichung des Wallganges A. der Fauſſebray und ihres Abſonderungsgrabens ohne den koſtbaren Bau der

Cöhornſchen Orillons zu bewirken; haben andere Ingenieure, wie Heer, Sturm, Glaßer, Dürange und Fäſch die Bruſtwehr am Schulterpunkt gebrochen B. Fig. 95. Tab. VIII. Cormontaigne hat dieſe Idee zum Abſchnitt ſeines, mit einem Kavalier verſehenen Bollwerks benutzt, ohne doch den unentbehrlichen Abſonderungsgraben anzubringen.

Landsberg, Cöhorn, Dürange, Virgin u. a. haben ſich nicht begnügt: den Hauptwall mit einer Fauſſebray zu verſehen; ſondern ſie haben dieſe niedere Vertheidigung auch bei Außenwerken für vortheilhaft und nothwendig gehalten. Und in der That findet auch hier alles das ſeine Anwendung, was oben über den Nutzen der Fauſſebray in allen denjenigen Fällen geſagt worden, wo ſie nicht durch die, bei weitem vortheilhafteren Defenſivkaſematten erſetzt wird. Wollte man jedoch, nach Böhms Vorſchlag (Gründliche Anleitung zur Kriegsbaukunſt) beides, die Couvrefaçen und den Hauptwall, mit einer Fauſſebray verſehen; würde dadurch die Feſtung mit Werken überhäuft, und der Aufwand des Baues auf eine, mit dem verlängerten Widerſtande in keinem Verhältniſſe ſtehende Weiſe vermehret werden.

Federn der Spaniſchen Reiter. S. dies Wort.

Fehler der Feſtungen ſind von zweierlei Gattung; je nachdem ſie ihren Grund in der Lage und in der Beſchaffenheit des Terrains, oder in der Austheilung und Einrichtung der Werke haben. Zu jenen gehören Anhöhen, die der Feſtung zu nahe liegen, und deshalb das Einſehen und Beſchießen der Werke erlauben. Noch nachtheiliger ſind Gründe, die zu einer bequemen Anlegung der Depots und zu naher Eröffnung der Laufgräben Gelegenheit geben. Die in der Einrichtung der Werke liegenden Fehler ſind: 1) Die Leichtigkeit, womit ſich gewöhnlich die verlängerten Linien des Hauptwalles finden und daraus die Punkte für die Rikoſchetbatterien beſtimmen laſſen. Da es nun faſt allezeit auch an Defenſivkaſematten fehlt, um das auf dem Walle ſtehende Geſchütz gegen die Wirkung der feindlichen Projektion zu ſichern; iſt daſſelbe ſchon in der Erſten Epoche der Belagerung außer Vertheidigungsſtand, und der auf der Contreſcarpe angekommene Belagerer kann ohne große Hinderniſſe ſeine Contre- und Breſchbatterien erbauen, da die Feſtung Nichts als die Maſſe ihrer Wälle entgegen zu ſetzen hat. Der fernere Widerſtand der Feſtung iſt von dieſem Momente an leicht zu berechnen und kann nur noch ſo lange dauern: als der Feind Zeit gebrauchet, eine erſteigliche Breſche zu Stande zu bringen. Denn alle Grabenvertheidigung aus den Flanken und alle auf ſie gebauete Verhinderung des feindlichen Uber-

ganges über den Graben iſt blos illuſoriſch, wie aus der Belagerungsgeſchichte beinahe aller Feſtungen leicht zu erweiſen iſt.

2) Einen breiten und nicht ſehr tiefen Hauptgraben, der das Breſcheſchießen auf den Wall gar ſehr erleichtert.

3) Bollwerke, die theils keine wirklichen Hauptabſchnitte haben, theils durch einen auf ihnen liegenden Kavalier (nach Cormontaignes Syſtem) zu aller kräftigen und dauernden Vertheidigung unfähig gemacht werden.

4) Zu kurze Flanken, die nur 2 oder höchſtens 3 Geſchütze — wenn auch in verdeckten Ständen — faſſen können, und denen daher die Contrebatterie auf dem vorſpringenden Winkel des Bollwerkes H. Fig. 34. Tab. IV. allezeit überlegen iſt. Oder auch blos einfache hohe Flanken, die keine Gelegenheit geben: den Graben raſirend zu beſtreichen; die daher ihrer eigentlichen Beſtimmung in keiner Hinſicht entſprechen. Endlich Flanken, die durch große Orillons verſteckt, gar keine oder nur eine ſehr beſchränkte Ausſicht nach dem Graben vor dem Bollwerke haben.

5) Eine ſolche Lage der Außenwerke: daß die Richtung ihrer Gräben überall die Façen und die Schultern der Bollwerke ſowohl als die Kurtine zu beſchießen verſtattet, da doch der Hauptzweck der Außenwerke iſt: den Hauptwall völlig und unbedingt dem Geſichte des Feindes zu entziehen.

6) Große Raveline und Contregarden ohne Reduits, die dem Feinde bequeme Gelegenheit darbieten: bequeme Logementer und nachher Breſchbatterien gegen den Hauptwall darauf anzulegen, während zugleich die von ihm eingeſchloßene Erdmaſſe die zweckmäßige Beſtreichung des Grabens von den Flanken der Bollwerke hindert. Sie ſind nachtheiliger: wenn ihr Wallgang und innerer Raum von den hinter ihnen liegenden Werken nicht vollkommen beſtrichen und dadurch für den Feind unhaltbar gemacht werden kann.

7) Eine im Verhältniß der Größe der Feſtung, und der Beſatzung, welche ſie faſſen kann, zu große Anzahl Außenwerke, die, wenn ſie gehörig vertheidiget werden ſollen, mehr Mittel erfordern, als die Feſtung darbietet: im entgegengeſetzten Falle aber der Vertheidung vielmehr nachtheilig ſind.

8) Auf der Contreſcarpe liegende Gallerien mit Schießlöchern, die eigentlich zu Vertheidigung des Grabens beſtimmt, vielmehr den Uebergang über denſelben begünſtigen, weil der auf dem Kamme des Glacis angelangte Feind ſich ihrer leicht bemächtiget, ſie mit Musketiren beſetzt und ſich ihrer bedienet: die Belagerten aus dem Graben, aus den niedern Flanken, ja ſelbſt von der Breſche zu vertreiben.

9) Ein enger bedeckter Weg, der kein Geſchütz aufnehmen kann, und der die Bewegungen und Ausfälle der Beſatzung

nicht begünſtiget; beſonders, wenn er in dem eingehenden Winkel keine bedeckten und bombenfeſten Reduits hat.

10) Endlich eine zu geringe Höhe des Glacis, daß die Futtermauern der Werke nicht dadurch bedecket und gegen die Wirkung der Feldbatterieen geſichert werden.

Eine zu große Entfernung der Bollwerke iſt nur dann als ein wirklicher Fehler anzuſehen, wenn ſie die wirkſame Kartetſchenſchußweite überſteigt. Denn bei dem jetzt üblichen Gange des Angriffes iſt auf die Vertheidigung durch das kleine Gewehr nur ſehr geringe Rechnung zu machen. Sie kann wohl dem Feinde einigen Verluſt verurſachen, nie aber wird ſie im Stande ſeyn, den Fortgang ſeiner Sappen aufzuhalten.

Da alle dieſe hier angeführten Fehler einer Feſtung ihr Widerſtandsvermögen ſchwächen, und ſie daher leichter und ſchneller in des Feindes Hand liefern; muß man ſie bei neuen Anlagen zu vermeiden, bei alten Feſtungen aber durch zweckmäßige Vorkehrungen ihnen möglichſt abzuhelfen ſuchen. S. Städte und Verſtärkung.

Felſenſchlöſſer S. Bergfeſtungen.

Felſenboden iſt in ſofern bei Feſtungen vortheilhaft, als er die Führung der Tranſchee und die Anlegung der Angriffsbatterieen ſehr erſchweret. Er iſt entweder mit einer Lage Dammerde, von nur geringer Dicke, bedeckt, oder lieget ganz blos. Im dem Erſtern Falle wird die Erde abgeſchälet, und zu dem Füllen der Schanzkörbe angewendet, indem man zugleich Arbeiter mit Minenkörben anſtellet, um die noch fehlende Erde nach der Bruſtwehr hin zu reichen. Auf ganz nackenden Felſen bedient man ſich am zweckmäßigſten der Sandſäcke (w. n. ſ.) die ohngefähr 1 Würfelfuß Erde enthalten, und deren Menge ſich daher aus der Länge und Stärke der zu erbauenden Bruſtwehr leicht finden läßt. Der Bau gehet auf dieſe Weiſe ſehr leicht und ſchnell von ſtatten, wenn einmal die Sandſäcke an einem bequemen Orte gefüllt und nach dem beſtimmten Orte gebracht worden ſind. Die Bruſtwehren der Laufgräben bedürfen hier keiner Verkleidung von Schanzkörben oder Faſchinen, weil die Sandſäcke ſchon von ſelbſt das Einrollen der Erde verhindern. Blos die Backen der Schießſcharten auf den Batterieen müſſen mit Faſchinen verkleidet werden, damit die Sandſäcke nicht verbrennen, wo alsdann nothwendig die Erde herausfallen würde. Jeder Arbeiter füllt in 1 Stunde 30 dergleichen Säcke mit Erde und bindet ſie zu. Bei der ſo berühmten Belagerung von Gibraltar ward daher eine, 12 Fuß hohe, 950 Schritt lange Linie in Einer Nacht mit 1600000 Sandſäcken vollendet, die von Erde und Faſchinen, auf die gewöhnliche Weiſe, wohl in 4 Nächten kaum hätte fertig werden können.

Die Verkleidung mit Faſchinen geſchiehet auf die gewöhnliche Weiſe, ſo daß zugleich Eine Lage derſelben um die andere, mit in die Sandſäcke getriebenen Pfählen gut vernätert wird.

Wenn der Felſenboden zugleich ſo uneben iſt, daß man keinen Raum zu Aufſtellung des Geſchützes findet; bedienet man ſich 30 Fuß langer Batterierippen, deren vorderen Theil man unter die Bruſtwehr ſchiebet, den hintern aber durch untergelegte Holzſtücken und Faſchinen, oder durch untergeſetzte Mauerböcke in eine waagerechte Lage bringt, und ſo durch aufgelegte Dielen die Bettungen vollendet.

Feſtungen (places de guerre) ſind durch die Natur mehr oder weniger unzugänglich gemachte Orte, die man mit Wällen und Gräben umgiebt, um theils den Zugang des Feindes noch wirkſamer zu verhindern, theils die Beſatzung gegen die feindlichen Geſchoſſe zu ſichern und ihr den Gebrauch ihrer offenſiven Vertheidigungsmittel zu erleichtern. Sie ſind entweder regelmäßig: wenn ſie von einem gleichſeitigen und gleichwinklichen Vieleck umſchloſſen werden; oder irregulair, wenn ihr Umriß der Beſchaffenheit des Terrains gemäß, aus ungleichen Seiten und Winkeln beſtehet. Da die Feſtungen beſonders Gelegenheit zu einer vortheilhaften Vertheidigung gegen die feindliche Uebermacht geben, ſcheinen ſie auch ganz eigentlich für den Vertheidigungskrieg beſtimmt. Hier ſichern ſie 1.) die Grenzen gegen den feindlichen Einbruch, und verhindern die Streifpartheien: das Land zu verwüſten und Contributionen einzutreiben. 2.) Verhindern ſie entweder das Vordringen des Feindes ganz; oder wenn er ſie vorbeigehen will, wirken ſie auf ſeine Operationslinie, und zwingen ihn dadurch, ſich mit ihrem Angriff aufzuhalten, und der vielleicht unvorbereiteten Armee dadurch Zeit zu laſſen, ſich in ſchlagfertigen Stand zu ſetzen. 3) Bieten ſie der letztern Mittel dar: unter ihrem Schutz einem Treffen auszuweichen, oder es mit Vortheil anzunehmen. 4.) In einem unglücklichen Falle dienen ſie der Armee zum Zufluchtsorte, um ſich von ihrem Verluſte zu erholen und ihr Glück von neuem zu verſuchen. 5.) Nöthigen ſie den Feind: durch ihre Belagerungen Zeit zu verlieren, und ſich durch die Beſatzungen zu ſchwächen, die er in den eroberten Feſtungen laſſen muß. Man bekommt dadurch Gelegenheit, ſich zu verſtärken und den Feind mit gleichem oder mit größerem Vortheil anzugreifen; beſonders, wenn er ſich vielleicht zertheilet, um einige Belagerungen zugleich zu unternehmen, wo es dann leicht wird, die nur ſchwache Obſervationsarmee zu ſchlagen. 6.) Sind nur allein mehrere ſtarke und zweckmäßig angelegte Feſtungen im Stande, nach einer verlohrnen Schlacht die Armee und den Staat zu retten, wie der Krieg von 1806 in Schleſien ſehr auffallend gezeigt hat. Auch 1813

ward es dem Franzöſiſchen Heere nur dadurch möglich, ſo lange an der Oberen Elbe zu weilen, daß es die Feſtungen an derſelben beſetzt hatte; obgleich die übermäßig ſtarken Beſatzungen derſelben nachher — als die Alliirten ſie unberührt liegen ließen — ihre Beſtimmung in keiner Art erfüllten: durch energiſche Diverſionen zum Beſten ihrer Armee zu wirken.

Auch bei einem Angriffskriege gewähren die Feſtungen ſehr große und wichtige Vortheile. Sie bilden 1.) hier eine gute und ſichere Operationsbaſis, indem man in ihnen die zu dem Feldzuge nöthigen Bedürfniſſe und Proviſionen zuſammenbringt und dadurch im Stande iſt, ſich in des Feindes Lande zu erhalten, weil 2.) die Zufuhren aller Art durch die hinter ſich gelaſſenen Feſtungen geſichert werden, zu welchem Behuf man ſich bei dem Mangel der letztern genöthiget ſehen würde, zu detaſchiren, und ſich dadurch auf eine ſehr nachtheilige Weiſe zu ſchwächen. Man findet zugleich 3.) durch die Feſtungen Mittel, den Verluſt einer — vielleicht von dem Feinde genommenen — Convoi augenblicklich zu erſetzen, und ſich dadurch auf dem Punkte behaupten zu können, bis zu dem man vorgedrungen iſt. Nur die Nothwendigkeit: ſich durch ein völlig offnes Land, ohne alle Stützpunkte, zurückzuziehen, führte den gänzlichen Untergang des Franzöſiſchen Heeres in Rußland herbei. Ein Fall, der ſich auch ſchon früher in der Kriegsgeſchichte öfter findet. 4.) Wie bei der Defenſive findet man auch hier, nach einer verlohrnen Schlacht Zuflucht und Sicherheit, und zugleich den Erſatz der verlohrnen Munition, des Geſchützes ꝛc. Man iſt dadurch im Stande, wieder vorwärts zu gehen und den Feind vielleicht mit mehr Vortheil von neuem anzugreifen. 5.) Sind die Grenzfeſtungen groß und ſtark beſetzt; kann man ſchnell und unerwartet aus ihren Beſatzungen ein Korps zuſammenziehen, um den nicht darauf vorbereiteten Feind zu überraſchen und in die für ihn nachtheilige Defenſive zu werfen. 6.) Während die Armee ſelbſt gerade vordringt, decken die ſeitwärts liegenden Feſtungen ihre Operationslinie, und geben Gelegenheit, durch ausgeſchickte Partheien die feindlichen Gegenden zu beunruhigen; Brandſchatzungen zu erheben und dem Feinde allen möglichen Abbruch zu thun. Erlauben es die Umſtände oder vielleicht die Beſchaffenheit des feindlichen Landes nicht, die Winterquartiere in demſelben zu nehmen; ſo gewähren 7.) die Gränzfeſtungen der Armee eine ſichere Winterruhe. Unter ihrem Schutz werden neue Vorräthe zuſammengebracht, und man kann alles mit Bequemlichkeit vorbereiten, um den folgenden Feldzug früh und mit Erfolg zu beginnen. Iſt man aber ſo glücklich, eine oder mehr feindliche Feſtungen zu erobern; findet man 8.) in ſeinen nächſten Feſtungen die zu ihrer Beſatzung nöthigen Truppen, und errichtet nun in ihnen ſeine Magazine und Niederlagen, um immer auf der

kürzeſten Operationslinie mit ſeiner ganzen Macht vorgehen zu können. Hieraus folgt dann aber auch die Nothwendigkeit: ſeine eigenen Feſtungen ſowohl in Hinſicht ihrer äußern Einrichtung, als ihrer Ausrüſtung, in einen ſolchen Stand zu ſetzen, daß ſie eines nachdrücklichen und dauernden Widerſtandes fähig ſind. Die Vortheile, welche ihre Eroberung dem Feinde gewähret, ſind zu wichtig, als daß ihre Erhaltung nicht ein Gegenſtand des höchſten Beſtrebens ſeyn ſollte. Schwache, zu keiner langen Vertheidigung geſchickte Feſtungen haben den doppelten Nachtheil: ihrer Beſtimmung nicht zu entſprechen, und dann ihre Beſatzung, ſo wie alle in ihnen vorhandenen Kriegsbedürfniſſe in des Feindes Hand zu liefern.

Finden ſich nun in dem Lande, in welches man eingedrungen iſt, keine wirklichen Feſtungen; muß man ſich noch während des Feldzuges ſelbſt einige ſchaffen, indem man die dazu geſchickten Terrainpunkte mit ſtarken Feldwerken befeſtiget. (S. Städte, befeſtigte). Der dritte Schleſiſche Krieg bietet uns eine Menge ſolcher proviſoriſchen Feſtungen als Beiſpiele dar, und in dem letzten Kriege leiſtete Dresden — obgleich mit bloßen Feldwerken befeſtigt — einen mehrmonatlichen Widerſtand. Man ſehe übrigens auch die Artik. Befeſtigungen; Eigenſchaften; Größe und Lage.

Feſtungsbatterieen ſind entweder offen oder bedeckt. Die erſtern zerfallen wieder in gewöhnliche, und in ſogenannte Bankbatterieen oder Barbetten, wo das auf einem erhöheten Aufwurf, auf einer eigens dazu eingerichteten Bettung oder auf einer hohen Wallaffete liegende Geſchütz ohne Schießſcharten über die Bruſtwehr hinweg feuert. (S. Bank.) Um jedoch die zu dem Laden des Geſchützes angeſtellten Artilleriſten einigermaßen zu ſichern, werden für die, auf Wallaffeten (Man ſehe dies Wort im Allgem. Wörterb. der Artillerie) liegende Kanonen 12 bis 18 Zoll tiefe Schießſcharten eingeſchnitten und die Backen derſelben mit 1 oder 2 aufeinander liegenden Faſchinen verkleidet. Dieſe Schießſcharten ſind inwendig 20 Zoll, äußerlich 7 bis 9 Fuß breit. Ihre Tiefe iſt nicht unveränderlich zu beſtimmen, ſondern hängt allein von der Höhe der Räder und der Einrichtung der Wallaffete ab. Der Bettungen der Geſchütze iſt ſchon oben unter dem zugehörenden Artikel erwähnet worden. Anſtatt der ſteinernen oder der leicht vergänglichen hölzernen Bettungen kann man auch den Erdboden um Etwas erhöhen und mit einer Miſchung von Lehm oder Thon, kleinem Kies, oder zerſtoßenen Mauerſteinen und Hammerſchlag (Glühſpahn) bedecken, die kein Waſſer aufnimmt, und einen ſehr hohen Grad von Feſtigkeit bekommt, auch ſich leicht auf ihre Oberfläche völlig horizontal ebnen läßt.

Die bedeckten Batterieen liegen in den Kaſematten (w. u. i.) und ihre Schießlöcher ſind durch die Frontmauer derſelben gebrochen. Hier ſowohl, als bei der Anwendung der Walllaffeten, iſt die Entfernung der Geſchütze 12 Fuß; bei tief eingeſchnittenen Schießſcharten hingegen würden die Merlons zu ſchwach werden, wenn man die Kanonen näher als 16 bis 18 Fuß aneinander ſtellte. (S. Schießſcharten.) Man kann die bedeckten Batterieen bei dem Mangel der Kaſematten auch aus Holz erbauen, Fig. 96. Tab. VIII., ſo daß man die aus ſtarken Balken beſtehende Decke A. mit Erde überſchüttet B. Die Schießſcharten werden ebenfalls mit Bohlen ausgeſetzt, und vorne, durch angeſchüttete Erde C. gegen die feindliche Kugeln geſchützt. Die Entfernung der Ständer hängt von der Stärke der Deckbalken ab, ſo daß auf jeden Zoll der letztern 1 Fuß der erſtern gerechnet wird. Es iſt hier keinesweges nachtheilig, ſondern vielmehr vortheilhaft: wenn die Deckbalken durch den Abſtand der Träger noch einige Elaſtizität behalten, weil ſie gerade dadurch der Fallkraft der Bomben um ſo beſſer widerſtehen. Fig. 97. ſtellt eine andere Gattung bedeckter Batterie vor, mit einer gut zuſammengefügten Bruſtwehr von Eichenholz, die bei 6 Fuß Stärke jeder feindlichen Stückkugel widerſtehet. Eine ſolche hölzerne Blendung würde man mit Vortheil zu Verſtärkung der Frontmauern der Kaſematten verwenden können, wenn man ſie für zu ſchwach gegen die Gewalt der Stückkugeln hält. Man könnte ſich zwar der Faſchinen ebenfalls zu dieſem Behuf bedienen; allein, ſie ſind der Gefahr des Anzündens zu ſehr ausgeſetzt, ſobald der Feind mit Granaten gegen ſie ſchießt.

In der Belagerung von Gibraltar ſchützten ſich die Engländer gegen die Rikoſchet- und Senkſchüſſe der Spanier durch das von alten Schiffen genommene Krummholz, welches ſie gegen die Bruſtwehr lehnten und oben mit Faſchinen und Erde bedeckten. Fig. 98. Tab. VIII.

Es fällt in die Augen, daß die eben beſchriebenen bedeckten Batterieen viel Holz und Arbeit erfordern. Man muß deshalb das dazu nöthige Holzwerk völlig zugehauen und numerirt in Magazinen aufbewahren, wo es alsdann nur einiger Stunden Arbeit bedarf, ſie auf der angegriffenen Fronte nach der ſchon im voraus bezeichneten Direction aufzuſtellen. Beſtehet die Bruſtwehr ebenfalls aus Holz, kann man den ganzen Geſchützſtand in die Erdbruſtwehr des Walles einſchneiden, ſo daß der zu beiden Seiten des Geſchützes ſtehen bleibende Theil derſelben zugleich als Traverſe dient, und die Laffeten gegen die Rikoſchetkugeln ſchützt.

Wir können hier der kleinen Magazine für den täglichen Gebrauch der Batterieen nicht unerwähnt laſſen, weil ſie gewöhnlich von den Kriegsbaumeiſtern bei der Darſtellung ihrer neuen

Syſteme gar nicht berückſichtiget werden, obgleich es keinesweges gleichgültig iſt, wo man auf dem Walle die Munition für 6 oder 8 Zwölfpfünder unterbringt? Theils fehlet es auf dem Wallgange hinter dem Geſchütz an Raume; theils iſt es nothwendig: an einem, dem feindlichen Wurffeuer ſo ſehr ausgeſetzten Orte, 1000 und mehr Pfund Pulver gegen die Wirkung deſſelben zu ſichern. Hat der Wallgang hinten keine Mauerverkleidung, können die Magazine, nach Art der Minengallerien, in ſeine hintere Böſchung eingegraben werden, 24 Fuß lang, 6 bis 10 Fuß breit, und 6 Fuß hoch. Ein ſolches Magazin faſſet 16 Pulverfäſſer von 100 Pfunden in 2 Lagen übereinander, und wird von 2 Minirern und 6 Handlangern in 36 Stunden erbauet. Es ſind dazu nöthig 360 Fuß Balkenholz zu Ständern und Rähmen zu 6 Zoll ins Gevierte, und 58 Fuß zweizollige Dielen zu 12 Zoll Breite, 6 Schock Bretnagel. Der Eingang des Magazins wird zugleich mit 12 Zoll ſtarken Hölzern verblendet, um ihn gegen die ſpringenden Bomben zu ſichern.

Solcher Magazine kommen auf jedes angegriffene Polygon 12, nemlich

8 auf den Hauptwall {
2 in die Facen,
2 in die Flanken,
2 in die Flanken der Nebenbaſtione,
2 auf die Curtine,
}

4 in die Auſſenwerke.

Kleiner ſind die für den Bedeckten Weg beſtimmten Magazine, gewöhnlich nur für 1 oder 2 Geſchütze beſtimmt, daher ſie nicht über 100 Schuß halten dürfen. Man gräbt ſie in das Glacis der vorſpringenden Waffenplätze, 4½ Fuß hoch, ein, daß ſie noch 5 Fuß Erde über ſich behalten. Bei der Franzöſiſchen Artillerie ſind beſondere Munitionskaſten zu dieſem Behuf eingeführet: 6 Fuß lang, 3 Fuß breit und 2½ Fuß hoch, und auf dem Deckel mit ſtarkem Eiſenblech beſchlagen. Sie laſſen ſich zwar leicht von einem Orte nach dem andern bringen, haben aber den Nachtheil: daß ſie der Gefahr der Entzündung durch die darauf fallenden Granaten unterworfen ſind.

In vollen Bollwerken, wo ſich nicht dieſelbe Bequemlichkeit zu Anlegung der Magazine findet, muß man dieſe in den Graben des Hauptabſchnittes A B Fig. 5. Tab. I. legen, der ohnedem unmittelbar nach Eröffnung der Tranſchee angefangen werden muß. Aller dieſer Arbeit iſt man jedoch überhoben, ſobald die Feſtung Kaſematten hat, welche immer die beſte und ſicherſte Gelegenheit zu Unterbringung der Munition darbieten.

Feſtungsgeſchütz. Siehe **Ausrüſtung** und **Geſchütz.**

Feuer des Geſchützes. S. dies Wort.

Feuer des kleinen Gewehrs. S. dies Wort.

Feuerlinie (ligne de feu) wird durch die Krone der Bruſtwehr beſtimmt, und daher durch die innere Böſchung derſelben gebildet. Sie muß nach den allgemeinen Grundſätzen der Befeſtigungskunſt allezeit mit der zu beſtreichenden Linie einen rechten Winkel machen, wenn ſie das Maximum ihrer Wirkung erreichen ſoll. Denn man kann annehmen: daß der hinter der Bruſtwehr ſtehende Infanteriſt nur immer gerade vor ſich hin ſchießt.

Feuerpfannen. S. Wallampen.

Fladderminen (fongasses) werden diejenigen Minen genannt, deren Linie des geringſten Widerſtandes unter 10 Fuß iſt, und die zwar von den mehreſten Schriftſtellern zu Vertheidigung der Feldſchanzen empfohlen, nur äußerſt ſelten aber wirklich ausgeführet werden. Wenn man ſie bei einer, mit Gegenminen verſehenen Feſtung unter das Glaçis leget, um die feindlichen Laufgräben und Sappen in die Luft zu ſprengen; gehet man mit dem Rameau verhältnißmäßig aufwärts, ſo daß die Kammer nicht ſehr tief unter der Erdfläche liegt. Die Ladung beſtehet in gemeiner Erde — 12 Pfund Pulver auf Eine Kubikklafter von 216 Fuß gerechnet — nach Verhältniß der kürzeſten Widerſtandslinie von:

6 Fuß,	in	22 Pfund.
7 —	—	35 —
8 —	—	52 —
9 —	—	74 —
10 —	—	102 —

Die Ladung wird in einen von Brettern zuſammengeſchlagenen Pulverkaſten geſchüttet, und zu ſeiner Zeit vermittelſt einer Zündwurſt gezündet. w. n. i. Bei der Vertheidigung des Glaçis bieten dieſe flach liegenden Fladderminen manche Vortheile dar, weil ſie keine tiefen Trichter bilden, die dem Belagerer bei ſeinen Arbeiten Schutz gewähren könnten. Sie zerſtöhren vielmehr den Rand der Trichter, welche die Angriffsminen gebildet haben, ſo daß der Belagerte hinein ſchießen und die Beſatzung daraus vertreiben kann.

Um eine ſolche Fladdermine anzulegen, teufet man an der dazu beſtimmten Stelle einen Brunnen ab, den man durch von 4 zu 4, oder bei lockerer Erde, von 2 zu 2 Fuß eingeſetzte Dielen Fig. 13. Tab. I. gegen das Einſtürzen ſichert. Auf dem Grunde dieſes 4 Fuß weiten Brunnens bcde Fig. 99. Tab. VIII. wird eine Kammer für den Pulverkaſten (S. dies Wort.) ausgegraben, der die Ladung der Mine aufzunehmen beſtimmt

iſt, und deſſen Größe daher von der erforderlichen Pulvermenge abhängt. Der Kaſten wird — nachdem die Leitrinne mit der Zündwurſt daran befeſtiget worden, bf — vermittelſt angeſtemmter Holzſtücken abgeſteifet, und der Brunnen wieder zugeſchüttet. Die Leitrinne wird nach Verſchiedenheit des Ortes bis an die innere Böſchung des Glaçis, oder auch bis in den Graben geführet, und daſelbſt die Zündwurſt vermittelſt eines eingebundenen Schlagröhrchens oder eines angebohrten Granatbränders gezündet. Da hier der Pulverkaſten mit der Ladung immer eine bald längere, bald kürzere Zeit in der Erde eingegraben bleibet; muß man die Ladung möglichſt gegen den Zutritt der Feuchtigkeit zu verwahren ſuchen, zu dem Ende den Kaſten waſſerdicht machen und ſowohl ihn als die Leitrinne mit warmen Pech kalfatern. In feuchtem Boden würde es ſogar nothwendig ſeyn: den Kaſten doppelt zu machen und den Zwiſchenraum zwiſchen dem inneren und äußern Kaſten mit Kohlenſtaub auszufüttern.

Die Fladderminen werden häufig zu Verſtärkung der Feldverſchanzungen empfohlen, wegen der damit verbundenen vielen Arbeit und verhältnißmäßig nur geringen Wirkung aber nur äußerſt ſelten angewendet. Es iſt jedoch erwieſen: daß Nichts einen ſo lebhaften Eindruck auf das Gemüth der angreifenden Truppen macht, als das Bewußtſeyn: bei einem Sturm Minen vor ſich zu finden. Man ſollte deshalb nie unterlaſſen: ſie bei Vertheidigung des bedeckten Weges und der vorliegenden Werke ſolcher Feſtungen zu gebrauchen, die mit keinen eigentlichen Gegenminen verſehen ſind. Die Erfahrung hat bei mehreren Belagerungen hinreichend gezeiget: daß durch dieſes Mittel der Widerſtand der Feſtung anſehnlich verlängert wird. Belidor giebt unter dem Namen der Chaine infernale eine Verbindung der Fladderminen auf der Kapitale des angegriffenen Werkes an, durch die der Feind allerdings gar ſehr in ſeinen Fortſchritten aufgehalten werden muß. Fig. 101. Tab. IX. Dieſe Minenkammern nehmen eine Breite von 144 Fuß zu beiden Seiten der Kapitale ein und bilden 4 Reihen CD, EF, GH, IK, wo ſie von 42 zu 42 Fuß hinter einander liegen 1, 2, 3 ꝛc. Sie haben durchgehends 10 Fuß zur kürzeſten Widerſtandslinie und bekommen 100 Pfund Ladung. Die Leitrinnen werden aus der Kammer 4 Fuß hoch herauf, und alsdann vermittelſt eines 6 Fuß tiefen Grabens (damit die zufällig auf dieſen Ort fallenden Bomben ſie nicht beſchädigen können) 1 Fuß aus einander liegend, von B auf A zurückgeführet und hier im bedeckten Wege mit Nummern bezeichnet, ſo daß immer die zuſammen gehörigen 4 Kammern für ſich allein gezündet werden können. Jede Leitrinne muß ſich zu dem Ende in einem, wohl verſchloſſenen, Kaſten endigen, durch den ſie gegen das Eindringen des Waſſers

ſowohl als gegen jede zufällige Entzündung geſichert ſind. Um Verwirrung zu vermeiden, und den Verbindungsgraben A B hinten nicht zu breit machen zu dürfen, werden die Feuerleitungen für die 5 letzten Reihen 10, 11, 12, 13 und 14 außerhalb der Linien CD und IK geführet. Zu dieſer ganzen Mineneinrichtung auf den 3 Kapitalen der angegriffenen Fronte werden 16800 Pfund Pulver erfordert. Die Schächte ſowohl als die Verbindungsgraben werden mit feſtgeſtampfter Erde angefüllet, und der ganze Raum wird mit dem Pfluge überfurchet, um bei dem Feinde jede Vermuthung dieſer Einrichtung zu vernichten. Man zündet endlich die Minen nicht eher, bis der Belagerer ſeine Sappe 30 bis 40 Schritt über ſie hin geführet und völlig vollendet hat. Läßt man ſie jetzt ſpielen, müſſen ſie nothwendig den Feind ſchüchtern machen und ihn nöthigen: ebenfalls den Minirer anzuſetzen, wodurch neuer Aufenthalt entſtehet und die Dauer der Belagerung verlängert wird.

Außer dieſen, auf den Kapitalen vor die Croiſſants (S. d. W.) gelegten Fladderminen, verſichet Belidor auch das Glaçis mit einer ähnlichen Einrichtung, um die feindlichen Logementer und Batterien zu zerſtöhren. Die Erſte Reihe Kammern wird durch Schächte 18 Fuß vor den Palliſaden, 12 Fuß von einander, mit 5 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie abgeſenket, und bekommt 30 Pfund Pulverladung. Die Zweite Reihe liegt 48 Fuß von den Palliſaden, 24 Fuß von einander, 10 Fuß tief, und hat 300 Pfund Ladung. Die Dritte Reihe endlich iſt 60 Fuß von den Palliſaden entfernt, 48 Fuß auseinander, und mit 600 Pfund Pulver geladen. Man kann auch wohl eine einfachere Lage der Fladderminen AA, BB, CC, DE wählen, Fig. 100. Tab. VIII., durch die nur allein der Raum von dem Kamme des Glaçis bis zu der auf der Kapitale liegenden Fleſche aufgeſprengt werden kann. Die Bruſtwehren der vorliegenden Werke durch Minen zu zerſtöhren, um ſie dem Feinde nicht zur Deckung dienen zu laſſen, wird jedoch nur ſelten einen wirklichen Vortheil gewähren, weil ja immer der Graben dieſer Schanzen zurückbleibet und dem Feinde ein bequemes Logement gewähret.

Da dieſe Fladderminen im Voraus angeleget, und daher oft eine Zeitlang geladen bleiben müſſen; darf man keine Rückſicht vernachläſſigen, um die Ladung ſowohl als die Zündwurſt gegen die in der Erde befindliche Feuchtigkeit zu verwahren. Man kann zu dem Ende die Zündwurſt äußerlich mit warmen Pech überſtreichen, und die Leitrinnen ſowohl als den Pulverkaſten ebenfalls mit Pech überziehen, auch bei feuchtem Boden den Kaſten auf ein Lager von hohlliegenden Steinen ſetzen, damit ſich kein Waſſer um ihn in der Erde ſammlet. Bei den von Belidor deshalb zu Biſſy angeſtellten Verſuchen blieb ein, 10 Fuß tief eingegrabener Pulverkaſten mit 100 Pfund Pulver, deſſen Leitrinnen

rinnen ebenfalls 6 Fuß tief, lag vom Januar bis zum Juny in der Erde, ohne die geringſte Veränderung in ſeiner Wirkung zu zeigen. Die Mine fing augenblicklich Feuer, und warf einen Trichter von 21 Fuß Durchmeſſer aus. Eine Zweite Mine, die noch 4 Wochen länger gelegen hatte, that dieſelbe gute Wirkung. Hieraus folgt: daß man eine ſolche Mine-Einrichtung anordnen und zu halben oder ganzen Jahren in der Erde laſſen kann, ohne daß man fürchten darf: die Wirkung des Pulvers durch die Feuchtigkeit des Erdbodens vernichtet zu ſehen.

Belidor ſchlägt die Koſten der von ihm angegebenen Vertheidigung durch Fladderminen für Holz zu Pulverkaſten und Leitrinnen, an Leinwand zu Zündwürſten, Pech, Arbeitslohn ꝛc. auf 12000 Thaler an; an Pulver fordert er

22800	Pfund	auf die drei Kapitalen, und vor den Croiſſants, jede zu 76 Minen mit 100 Pfund geladen.
6600	—	die Erſte Reihe von 220 Minenkammern unter dem Glacis, zu 30 Pfund Ladung.
36000	—	die zweite Reihe von 120 Kammern, zu 300 Pfund Ladung.
40800	—	die dritte Reihe von 68 Kammern, mit 600 Pfund Pulverladung.
9600	—	im bedeckten Wege 96 Minen, zu 100 Pfund.
1440	—	vor den Futtermauern des Ravelins und der Bollwerke, 24 Fladderminen zu 60 Pfund.
3360	—	eine zweite Reihe, von 24 Minen zu 140 Pfund.
3840	—	in den Ravelinen und in den Bollwerken, 96 Minen zu 40 Pfund.
15360	—	eben daſelbſt 96 tiefer liegende Kammern, mit 160 Pfund geladen.
7400	—	unter der Bruſtwehr der Curtine eine Gallerie von 24 Toiſen, und unter der Bruſtwehr der beiden Bollwerke, zwei ähnliche Gallerieen, jede von 100 Toiſen, von 3 zu 3 Toiſen mit 100 Pfund Pulver geladen.
18030	—	zu 14424 Toiſen Zündwurſt von 9 Linien Durchmeſſer, auf jede laufende Toiſe $\frac{5}{4}$ Pfund Pulver.

165230 Pfund.

Allerdings eine ſehr bedeutende Menge, die der Ingenieur in einer Feſtung wohl nur ſelten zu ſeiner freien Anwendung bekommen wird. Man ſiehet jedoch leicht: daß auch bei Beſchränkung dieſer Menge bis auf die Hälfte immer viel damit zu Vertheidigung der Feſtung gethan werden kann, um die Epoche der Eroberung der Contreſcarpe ſo weit als möglich zu entfernen.

Flanke (flanc) oder Streichwehre, war in der früheren Epoche des Feſtungskrieges unentbehrlich: um den Graben und die Kurtine zu beſtreichen, weil kein bedeckter Weg und keine Außenwerke die Beſchießung ihrer langen Linien und den Sturm auf ſie verhinderten. Mit den aus den ehemaligen Thürmen hervorgegangenen Bollwerken ward auch dieſe Linie, die einen integrirenden Theil derſelben ausmacht, beibehalten, obgleich ihr Nutzen großentheils bloß illuſoriſch iſt; beſonders, wenn ſie die unbedeutende Länge der jetzt üblichen Befeſtungsweiſe hat, und daher der Contrebatterie nur 2 oder höchſtens 3 Kanonen entgegenſetzen kann. Aus dieſem Grunde haben mehrere ältere Kriegsbaumeiſter, lange Flanken den kürzeren vorgezogen, auch ſie wohl doppelt, und ſelbſt dreifach gemacht, (ſogar Cöhorn Fig. 2. Tab. I. Bondel, Herbort, Virgin und Neubauer) der ſogar fünf Flanken hintereinander legt, um den Contrebatterieen ein überlegenes Feuer entgegen zu ſetzen, und ſich die Wirkſamkeit der Flanken für den letzten Zeitpunkt der Belagerung zu erhalten. Allein, einmal nimmt mit der Länge der Flanken auch die Gefahr zu: von den feindlichen Feldbatterieen enfiliret und zerſtöret zu werden; dann wird Zweitens, ſelbſt die längſte Flanke — wenn ſie auch noch völlig in gutem Stande iſt — den Uebergang des Feindes über den Graben nicht zu verhindern vermögen. Aeltere und neuere Erfahrungen haben nämlich evident erwieſen: daß jedes Flankenfeuer zwar ſtehenden Truppen ſehr nachtheilig wird; daß es aber nie verwehren kann, ſeine Schußlinie in die Queere zu durchlaufen. Jeder Bau, oft ſehr koſtbarer, Flanken iſt demnach als völlig nutzlos zu betrachten; und man ſollte ſich immer darauf beſchränken: hinter einer niedrigen Flanke mit glacisförmiger Bruſtwehr, Eine oder zwei Kanonen — gegen die feindlichen Contrebatterieen verborgen — aufzubewahren, um damit die queer über den Graben führende Sappe oder den Faſchinendamm zu zerſtören und ſeine Vollendung möglichſt zu erſchweren.

Bloß zu Beſtreichung der Kurtine beſtimmt, ſo lange der Feind ſeinen Angriff immer gegen ſie richtete, ſtanden auch die Flanken auf ihr ſenkrecht, bis Pagan zuerſt ihnen eine andere Richtung gab, und ſie ſenkrecht auf die Streichlinie ſetzte, welche Meinung bei den Ingenieurs bald allgemeinen Beifall fand. Gerhards von Herzogenbuſch Vorſchlag: die Flanken ab einwärts ſenkrecht auf die Façen zu ziehen Fig. 102. Tab. IX. iſt aus in die Augen fallenden Gründen von den übrigen Ingenieurs weder gebilliget noch nachgeahmet worden. Vauban, den ſeine ſtete Beſchäftigungen im Kriege und mit dem Bau neuer, oder der Verbeſſerung ſchon vorhandener Feſtungen keine Zeit zu theoretiſchen Speculationen ließ, ſcheint alles der leichteren Conſtruction aufgeopfert zu haben,

denn er machte den Perpendikul L M im Viertel = $\frac{1}{8}$
im Fünftel = $\frac{1}{7}$
in allen größern Polygonen = $\frac{1}{6}$
der äußern Seite, die Façen = $\frac{2}{7}$ derſelben, und beſtimmte nun die Flanke aus der Bollwerksſpitze mit Einer Oeffnung des Zirkels DG und no. Die Flanke DG Fig. 2. Tab. 1. macht hier einen Winkel von ohngefähr 100° mit der Kurtine, ſie halten auf dieſe Weiſe das Mittel zwiſchen einer bloß beſtreichenden und einer völlig einbohrenden Vertheidigung der Façe. Noizet de St. Paul hält dieſe Lage der Flanken für die vorzüglichere unter allen übrigen; Bousmard aber bemerkt mit Recht: daß mit dem Geſchütz nie ohne genaue Richtung gefeuert werden ſollte, und daß daher eine Etwas mehr oder weniger ſchräge Richtung der Flanke durchaus keinen Einfluß auf die Beſtreichung des Grabens vor der Façe haben könne. Eine, auf der Streichlinie ſenkrechte Stellung der Flanken gewähret noch beſonders den Vortheil: daß hier der immer geradeausſchießende Infanteriſt das feindliche Logement auf dem Glacis des Nebenbaſtions vor ſich findet, und nicht Gefahr läuft: über die gegenüber ſtehende Flanke oder die anſtoßende Façe hinein zu ſchießen, wie bei Vaubans geraden und konkaven Flanken. Dieſe gewähren auch nur eine mangelhafte Grabenvertheidigung, weil der größere Theil von ihnen gegen die Flanke und Façe des Nebenbollwerkes einbohrend iſt, anſtatt den Graben von letzterem rein zu beſtreichen. In der letzten Epoche der Belagerung, wo bei der jetzt beſtehenden Einrichtung der Feſtungen die Vertheidigung, leider! ſich faſt allein auf das kleine Gewehr beſchränkt, wird ſie auf Nichts herabgeſetzt. Und wenn man einen ſo großen und auffallenden Nachtheil bisher noch immer unbeachtet gelaſſen hat, kommt es wohl daher: daß die Beſatzung gewöhnlich in dem Momente zu unterhandeln anfängt, wo die Flanken, durch die Contrebatterie wehrlos geſchoſſen, den Uebergang über den Graben und das Logement auf der Breſche nicht mehr erſchweren können.

Die Beſtimmung der Größe der Flanken vermittelſt der Formel F = (b. F.) tang. B., wo b die Streichlinie, B den kleinen Winkel und F die Façe ausdrückt, iſt ſchon oben (Artik. Bollwerk) erwähnet worden und giebt (120 — 60) tang. 18°26 = 1.7781513 + 9.5228379 = 11.3009892 oder 20. nahe, wovon aber durch das Vorrücken der Bruſtwehr der Kurtine nur 18 Toiſen übrig bleiben, ſo iſt auch Bousmards Vorſchlag zu einer neuen Conſtruction der Bollwerksfaçen und Flanken daſelbſt beſchrieben worden, daher wir uns nicht weiter dabei aufhalten dürfen. Alle dieſe Flanken ſind einfach, mit Ausnahme Bousmards, den ſeine Grabenſcheere eine Verdoppelung der Flanken verſchaft, um die Contreſcarpe mit einer horizonta-

len Batterie von 4 Kanonen zu beſchießen. Schon Pagan hielt dies für vortheilhaft, und verſahe deshalb ſeine Bollwerke mit dreifachen, hinter ein Bollwerksohr C. (S. d. W.) zurückgezogenen Flanken, wo Dg Fig. 103. Tab. IX. 126 Fuß iſt. Die Oeffnung der Flanke DC hält 72 Fuß, die hohe Flanke fg 90. Die Bruſtwehre der Flanken endlich ſind 18 und die Wallgänge 30 Fuß. Von den auf dieſen 3 Flanken ſtehenden 15 Kanonen beſtreichen 12 den Graben vor der Nebenfaçe, die übrigen 3 aber ſehen bloß auf die Kurtine, weil ſie hinter dem Orillon verſteckt ſind.

Cöhorn legt ſeine Flanken auf eine ähnliche Weiſe doppelt über einander, daß die untere O und P, deren Wallgang nur 10 Fuß breit iſt, durch die Oeffnung der Ravelinkehle von 37½ Toiſen beſtimmt wird, durch einen trocknen Graben von 15 Toiſen von der hohen Flanke Rx getrennt, und durch den Orillon xm C verdeckt iſt. Die dritte Flanke, zu Beſtreichung des Grabens vor der Façe mit kleinem Gewehr, wird durch die Grabenſcheere gebildet. Alle drei Flanken ſind gegen die Wirkung der Contrebatterie völlig durch die Contregarde N. (Fig. 2. Tab. I.) geſchützt, und können — weil dieſe gar keine Gelegenheit zur Anlegung einer Batterie darbietet — nur durch die Rikoſchetbatterieen und Bomben vertheidigungslos gemacht werden. Der Zerſtörung durch die letzteren ſind ſie jedoch um ſo mehr ausgeſetzt, als der ziemlich enge Raum zwiſchen den hohen und niedern Flanken ſowohl, als in den Baſtionen die herum fliegenden Stücken deſto gefährlicher macht.

Es ſcheint zwar deshalb nur allein die gewölbte Flanke zuläſſig zu ſeyn, die gegen alle feindliche Projektilen der Contrebatterie mit noch ungeſchwächter Kraft wirkte. Wirklich hat man ſie bis zum Niederländiſchen Kriege faſt bei allen Feſtungen angebracht, und ſelbſt Vauban ſahe ihren Nutzen ein, wie ſeine gemauerten Bollwerksthürme, und ſeine kleinen Flanken unter der Kurtine beweiſen. Noch einen größeren Werth legten die deutſchen Ingenieure auf dieſe bedeckten Flanken, die man daher an den meiſten, in der neueren Zeit von ihnen erbaueten Feſtungen findet, obgleich Cormontaigne und die neueren Franzöſiſchen Ingenieure ſie verwerfen und ihnen eine Menge Fehler vorwerfen.

Sie ſollen nemlich 1) wegen ihrer niedrigen Lage die Contrebatterie nicht mit Wirkung beſchießen können, da doch gerade das Gegentheil ſtatt findet, weil ihr Schuß das Glacis unten umfaßt, und ſo leichter abkämmt AB Fig. 104. Tab. IX. Daß man dem Gange des bedeckten Weges eine dieſer Abſicht entſprechende Abdachung rückwärts CD geben muß, iſt von ſich ſelbſt klar. 2) Sollen ſie nach St. Paul um ſo leichter zu zerſtöhren ſeyn, als ihre Futtermauer hinten ohne Anlehnung

iſt (?) und wenn ſie einſtürzt, die Widerlagen der Gewölber entblößt, ſo daß dieſe ebenfalls leicht niedergeſchoſſen werden können, und das Herabrollen der darauf liegenden hohen Flanke verurſachet. Allein, aus hydroſtatiſchen Gründen iſt bekannt: daß eben die hinter den gewöhnlichen Futtermauern liegende Erde dazu beiträgt, ihren ſchnellern Einſturz zu befördern, weil ihr Gewicht von F nach H drückt, Fig. 44. Tab. V. und die Mauer umwirft, ſobald ihr Zuſammenhang durch das Breſcheſchieſſen aufgehoben wird. Hier aber ruhet der hohe Wall auf dem Gewölbe der Kaſematte, und nicht auf der Futtermauer; das Einſtürzen derſelben kann daher auch unmöglich den Erſteren mit ſich herunter reißen. Dies wird höchſtens mit einem Theile der Bruſtwehre p R Fig. 104. geſchehen, den man hinten leicht wieder anſchütten kann, wie G K Fig. 44. Sollte aber auch bei fortgeſetztem Beſchießen der Flanke ein Theil der Widerlagen mit dem darauf liegenden Walle nachrollen, wie FH; wird doch dadurch die Flanke keinesweges unbrauchbar, ſondern man darf bloß das Geſchütz zurückziehen, und vorn durch eine Bruſtwehr von Schanzkörben und Erde M. decken. Der 3) von dem, in dieſen kaſemattirten Flanken entſtehendem Pulverdampf hergenommene Einwurf endlich iſt grundlos, und ſchon durch neuere, in Frankreich ſelbſt angeſtellte Verſuche widerleget. (S. Defenſivkaſematten.) Nicht ganz ungegründet iſt jedoch: 4) daß die Baukoſten durch dieſen Hohlbau bedeutend vermehret werden, und daß dieſer Aufwand mit dem Vortheil, welchen 2 oder 3 in der Flanke ſtehende Kanonen gewähren, durchaus in keinem Verhältniß ſtehet. Es iſt daher unter allen Umſtänden vortheilhafter: die Façen der Bollwerke mit kaſemattirten Batterieen zu verſehen, die Flanken aber zu mehrerer Erſparniß bloß doppelt von Erde aufzuführen; obgleich ſie keinesweges beſſer ſind (très ſuperieures) als die bedeckten Flanken, wie St. Paul wohl mehr aus Partheiſucht, als aus Gründen, behauptet.

Einer beſſeren Ueberzeugung zufolge haben die Urheber des Tenaillenſyſtemes faſt allgemein bedeckte Flanken in den eingehenden Winkel ihres Umriſſes angebracht, die hier — wo Flanke und Façe zuſammenfallen, ein weit überlegenes Feuer gegen die feindlichen Batterieen auf dem Glacis gewähren. (S. Kaſematten.) Montalemberts Flanke des Hauptwerkes beſtreicht den Graben auf jeder Seite mit 27 Kanonen A Fig. 105. Tab. IX. in 3 Lagen; die Flanke der Enveloppe B ſo wie die, der Brille im eingehenden Winkel des bedeckten Weges C beſtreicht jede ihren Graben, mit 12 Kanonen, von 2 übereinander liegenden Batterieen. (Man ſehe Fig. 60. Tab. V.) Virgin legt verdeckte Batterieen unter ſeine hohen Flanken, wie auch ſchon Herbort und Fallois vorge-

ſchlagen haben; von Reiche ziehet ſeine Flanke um die Breite des Wallganges zurück, und verſiehet ſie ebenfalls mit verdeckten Geſchützſtänden ABC, die durch die Contregarde gegen die Wirkung der feindlichen Contrebatterieen geſichert ſind.

Wenn mehrere Flanken vor einander angebracht werden; hängt die Weite, in der ſie von einander liegen, von der Oeffnung der Kehle des Bollwerkes, und von der erforderlichen Breite des Wallganges ab, um Geſchütz auf die niedere Flanke ſtellen zu können. Die letztere muß zugleich nothwendig durch einen 12 bis 18 Fuß breiten Graben von der, hinter ihr liegenden hohen Flanke, abgeſondert werden, damit die von letzterer abgeſchoſſenen Trümmer nicht ihren Wallgang anfüllen, und dadurch ihrem Gebrauch hinderlich werden können. Die Höhe der doppelten Flanke wird durch ihre Entfernung von dem Schulterpunkt des gegenüber liegenden Bollwerkes beſtimmt, woſelbſt ihre Schußlinie die Sohle des trocknen oder den Waſſerſpiegel eines naſſen Grabens treffen muß. Iſt demnach die Façe des Bollwerkes = 30 Ruthen und die Streichlinie = 60 R., ſo wird AB = 30 R. (Fig. 25. Tab. III.) und man bekommt durch die Höhe der niederen Flanke FG, und ihre Entfernung von der hohen AF, die Höhe der letzteren AD, weil

BF : AB = FG : AD

wobei man FG + 4 Fuß ſetzen muß, um ſo viel die Kugeln über die Krone der Bruſtwehr des unteren Walles hinweg gehen müſſen; und AD + $3\frac{1}{2}$ Fuß, die Erhebung der Krone der Bruſtwehr, über der Sohle der Schießſcharte.

Vauban hat bei den mehreſten, von ihm angelegten Halben Monden oder Ravelins 8 bis 9 Toiſen lange Flanken angebracht, Fig. 2. Tab. I., um mit 2 Kanonen das feindliche Logement vor der Spitze des Bollwerkes, und die Breſche in letzterem beſchießen zu können. Allein, dieſe völlig unbedeckten Flanken werden von der Erſten Batterie des Feindes enfiliret und zerſtöret, ſo daß ſie alsdann, wenn ſie thätig werden ſollen, völlig unbrauchbar ſind. Sie haben überdieſes den ſehr wichtigen Nachtheil: die Flanken der Bollwerke und die Kurtine den Schüſſen des Belagerers bloß zu ſtellen. Die doppelten Ravelinflanken Buſois HI Fig. 2. haben zwar dieſe Fehler nicht, und ſind für ſich ſelbſt durch die Orillons gedeckt. Dadurch wird jedoch der Aufwand des Baues anſehnlich erhöhet, und es wäre zuvörderſt zu unterſuchen: ob dieſe Conſtruction auch weſentlichen Einfluß auf die Widerſtandsfähigkeit der Feſtung äußert? Dies ſcheint in der That zu geſchehen, weil die Flanken des Halben Mondes IH hier gemeinſchaftlich mit den Bollwerksflanken die Contrebatterie bekämpfen und ein ihr überlegenes Feuer gewähren. Aus demſelben Grunde hat auch Cöhorn in ſeiner Zweiten Manier das Ravelin M

durch doppelte Flanken PK und LO mit dem Mantel qlq Fig. 2. zuſammen gehängt.

Flanke, abgeſonderte. S. Ailerons.

Fleſche (Flêche) iſt ein kleines Feldwerk von bekannter Form und etwa 70 bis 80 Fuß langen Seiten, das man gewöhnlich auf den Fuß des Glacis legt, um einen vorhandenen Vorgraben oder äußern bedeckten Weg zu unterſtützen, oder auch wohl, um irgend einen abwärts liegenden Punkt dadurch zu decken. Tab. II. Fig. Zz und tz. Sie bekommen gewöhnlich ihre Lage auf den vorſpringenden Winkeln; hier können ſie jedoch den Vorgraben oder äußern bedeckten Weg weder beſtreichen noch unterſtützen, und der Belagerer bedient ſich ihrer Bruſtwehr zu ſeiner Deckung. Er findet zugleich an ihrem Verbindungswege y einen fertigen Laufgraben, um auf dem Kapitale vorzugehen, und die Fleſche wird ihm leicht zu nehmen, weil ſie hier keine gehörige Unterſtützung hat.

In den eingehenden Winkeln hingegen Zz decken ſie 1) die Verbindungen mit dem äußern bedeckten Wege, die immer hier angebracht ſeyn müſſen. 2) Beſtreichen ſie die vorſpringenden Winkel, die Linien des bedeckten Weges und den Vorgraben. 3) Kann ihre Bruſtwehre dem Belagerer nicht zur Deckung dienen, weil ſie von dem weit ausſpringenden Raveline hinreichend beſtrichen wird. Zader (verſtärkte Contreſcarpe) hat ſie daher ebenfalls hierher gelegt tz Fig. 31. Tab. IV. wo ſie zu Unterſtützung der im Vorgraben befindlichen Brillen S. dienen.

Die Fleſchen, ohne weiteren Schutz, als vielleicht einen ſchmalen trocknen Graben am Fuße des Glacis anzubringen, tz Fig. 7. Tab. II., wie Bousmard vorſchlägt, iſt durchaus unzuläßig. Der Feind bemächtiget ſich ihrer ohne Mühe, und ihre Bruſtwehren und Graben bieten ihm ein ſicheres Logement dar. Eine ſolche Lage der Fleſchen kann nur dann ſtatt finden, wenn ſie eine Ueberſchwemmung, oder einen an der Feſtung vorbeigehenden Graben Z decken ſollen, wie Ww., wodurch zugleich der Angriff des Feindes auf ſie erſchweret wird.

Auf dem Glacis müſſen ihre Façen nie mit der Linie der Waffenplätze des vorderen bedeckten Weges gleichlaufen, ſondern ſich 12 bis 15 Fuß rückwärts wenden. Man wäre außerdem gezwungen, ihre Bruſtwehr $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß über den Kamm des äußeren Glacis zu erhöhen, damit ſie nicht von dem, auf demſelben ſtehenden Feinde eingeſehen werden können. Dadurch aber würden ſie das Feuer der hinter ihnen liegenden Werke hindern. Wenn ſie demnach einen zweiten bedeckten Weg vor ſich haben, müſſen ſie denſelben 2 Fuß überhöhen, und deshalb 8 Fuß hoch werden; wären ſie hingegen bloß von einem Waſ-

ſergraben umgeben, iſt eine Höhe von 6 Fuß über dem Horizonte für ſie völlig hinreichend.

Hat man Zeit dazu, wird die Bruſtwehr dieſer Fleſchen mit Raſen verkleidet. Da ſie ſich nur 6 Fuß erheben darf, bekommt ſie auch bloß einen Einfachen Auftritt. Es iſt übrigens immer vortheilhaft, ſie in der Kehle mit einem 6 Fuß tiefen Graben, und mit einer Reihe — in demſelben ſtehender — Palliſaden zu verſchließen, weil der Feind ſie mit dem Bajonett hinwegnehmen muß, und ihr Widerſtand dadurch bedeutend vergrößert wird.

Fliegende Batterieen von 2 ſechspfündigen Kanonen oder leichten Haubitzen, um die feindlichen Parallelen und Laufgräben zu enfiliren, werden an der Spitze der Contreapproſchen erbauet w. u. i.

Flintenſchußweite wird in der Kriegsbaukunſt zu 60 Ruthen oder 300 Schritt gerechnet, und daher dieſe Weite für die Länge der Streichlinien angenommen.

Flöße (radeau) iſt ſowohl zu den Verbindungsbrücken mit den Außenwerken, als zu dem Uebergange über den Feſtungsgraben vorzüglich anwendbar, weil ſie durch das feindliche Stückfeuer nicht in Grund geſchoſſen werden kann; ja, ſelbſt von den darauf fallenden Bomben nicht bedeutend beſchädiget wird. Das Tannen- und Fichtenholz iſt am vorzüglichſten zu dieſem Behuf, weil es leichter iſt, als das Holz der Kiene, das durch ihr Harz ſehr ſchwer gemacht wird, und daher — friſch gefället — eine zu geringe Waſſertracht beſitzt. Daſſelbe iſt der Fall mit den Laubhölzern, die mit Ausnahme der Pappel und Linde — obgleich leichter als das Waſſer, dennoch nicht leicht genug ſind, daß man die daraus verfertigten Flöße noch mit etwas beſchweren könnte. Sobald nämlich das eigenthümliche Gewicht des Holzes bis auf $\frac{2}{3}$ der Schwere des Waſſers ſteiget, iſt es nicht mehr zu dieſem Zwecke anwendbar. Folgende Holzarten ſind es:

Eigenthümliches Gewicht, wenn das Waſſer = 10000 iſt

Pappel	0,3830.
Tanne	0,4980.
ſehr trocken	0,4350.
Fichte	0,5210.
Kiefer	0,5571.
Lerchenbaum	0,5857.
Linde	0,6040.

Für die Gemeinſchaftsbrücken über die Waſſergräben der

Feſtungen kann man allerdings ſchickliches und trocknes Holz wählen; allein, zu dem Uebergang über den Graben und zu dem Kriegsgebrauch, wird man öfters genöthiget ſein: die Deckſparren nahe ſtehender Häuſer anzuwenden, was es an trocknem oder hinreichend leichtem Holze fehlt.

Man befeſtiget die Sparrenhölzer entweder unmittelbar aneinander, ſo daß immer ein Wipfel neben den Stammort des anderen Baumes zu liegen kommt, und die ganze Waſſerfläche damit bedeckt iſt; oder man macht einzelne Glieder (travées) von 12 bis 15 Stämmen, die man nachher 6 bis 10 Fuß im Lichten auseinander ſtellt. Hierzu wird jedoch vorzüglich trocknes Holz erfordert, weil durch dieſe Anwendung das Vermögen der ganzen Brücke um Etwas verringert wird. Die Verbindung der Brücke ſelbſt geſchiehet mit eiſernen Klammern, oder auch wohl mit Klüshölzern und Weiden, wo nämlich queer über die Flöße eine 3 bis 4 Zoll ſtarke Waldſtange geleget und auf jeden Stamm durch ein Stück Weide b und 2 Pflöcke von hartem Holze ic Fig. 107. Tab. IX. in die, zu dem Ende gebohrten Löcher befeſtiget wird. Man ſehe auch **Uebergang über den Graben.**

Fluß, kann die Stärke einer Feſtung in ſo fern vermehren, als er 1) Gelegenheit giebt, den Graben mit einem Schleußenſpiel zu verſehen und willkührlich trocken oder naß zu haben; 2) die an ihm liegende und durch ihn geſicherte Fronte weniger zu befeſtigen geſtattet, um die dadurch erſparten Koſten auf die andern Fronten zu wenden. Das letztere findet jedoch nur ſtatt, wenn der Fluß breit und tief genug iſt, um den hinter ihm liegenden Werken wirklichen Schutz zu gewähren; in jedem andern Falle muß die Befeſtigung eben ſo gut geſchehen, als ob der Fluß gar nicht vorhanden wäre. Eine, in der Mitte des Fluſſes befindliche Inſel giebt einen ſchicklichen Ort zu Anlegung einer Citadelle, oder — wenn ſie zu klein iſt — eines abgeſonderten Forts, um den Strom zu beiden Seiten zu beherrſchen.

Bei ſolchen Feſtungen, wo die beiden Ufer des Fluſſes durch eine Brücke verbunden ſind, und die daher eine Verbindung derſelben gewähren, muß dieſe durch eine beſondere Verſchanzung gedeckt werden; ſo entſtehet eine doppelte Feſtung, die den weſentlichen Vortheil hat: den Feind zu einer größern Ausdehnung des Belagerungskorps und zu einem doppelten Angriff zu nöthigen; die jedoch nothwendig auch eine ſtärkere Beſatzung erfordert, als eine andere, die nur einen beſchränkten Raum umſchließt.

Hier iſt zugleich die vorzüglichere Lage der Feſtung in den eingehenden Bogen des Fluſſes Fig. 109; denn der ſtärkſte Strom

gehet dichte an der Feſtung hin A, und erhält den Fluß immer in gleicher Tiefe, während das Waſſer an dem entgegengeſetzten Ufer B Anſchwemmungen bildet, vermittelſt deren der Feind bei niedrigem Sommerwaſſer die, wie Fig. 108., liegenden Werke umgehen und erobern könnte, wenn er vorher von dem jenſeitigen Ufer her Breſche darauf geſchoſſen hätte. Die an den Fluß ſtoßenden Fronten C und D umfaſſen zugleich das jenſeitige Ufer mit ihrem Feuer, wodurch dem Feinde die Anlegung der Batterieen auf demſelben ſehr erſchweret wird. Der in dieſem eingehenden Winkel des Fluſſes hingehende Wall muß gut und dauerhaft aufgemauert, auch durch ſteinerne Buhnen (oder Abweichen) und durch eingerammte Pfähle gegen den Eisſtoß geſchützet ſeyn. Dieſer wirkt hier mit weit ſtärkerer Kraft, und würde ohne die erwähnte Vorſicht die Futtermauern bald zerſtöhren. Die Anlage eines bedeckten Weges, deſſen Glacis bis in das Waſſer läuft, wären hier allerdings zum Schutz der am Fluſſe liegenden Fronte vortheilhaft; ſie iſt jedoch wegen der Beſchaffenheit des Fluſſes nicht immer möglich. Nur dann iſt dieſes Deckungsmittel unentbehrlich, wenn der Feind auf dem jenſeitigen Ufer Batterieen errichten, und in die Waſſerſeite der Feſtung Breſche ſchießen kann, wie Cöhorn 1703 bei Bonn, und die Franzoſen 1746 bei Namur.

Bei der vorerwähnten nachtheiligen Lage der Feſtung im eingehenden Winkel des Fluſſes, wo die an letzterem ſich hinziehende Fronte von den feindlichen Feldbatterieen umfaßt wird, iſt es durchaus nothwendig, die hier liegenden Werke durch einen Mantel zu decken, der es dem Feinde unmöglich macht, den Hauptwall zu beſchießen. Dieſer Mantel wird als ein Damm ABC Fig. 108. Tab. IX. ſo weit in den Strom hinein gerückt, daß auch bei anhaltender Trockenheit das Waſſer längs deſſelben wenigſtens 5 Fuß Tiefe behält. Er wird zugleich ſtark genug von Steinen, oder von Erde und Faſchinen aufgeführet, um dem feindlichen Geſchütz hinreichend zu widerſtehen. Oben wird er mit einer Bruſtwehr und nur mit zwei Auftritten verſehen, damit der Belagerer keinen Raum zu Anlegung einer Batterie darauf findet. Hinter dieſen Mantel wird ein Waſſergraben DEF von der gewöhnlichen Breite und Tiefe gezogen, und der Hauptwall wird dergeſtalt geordnet, daß er den Damm überall mit einem überlegenen, kreuzenden Feuer beſtreicht, und von den auf den Kurtinen liegenden Kavalieren H das jenſeitige Ufer beſchoſſen werden kann. Da wo die Feſtung zu beiden Seiten an das Waſſer ſchließt, werden die nächſten Werke zu Beſtreichung deſſelben eingerichtet, weil dieſer Zweck ſich nicht füglich durch den Mantel erreichen läßt.

Kleinere Flüſſe können zwar die anliegenden Polygone nicht verſtärken, geben aber zu vortheilhaften Ueberſchwemmungen

und zu Anwendung des Schleuſſenſpieles (w. n. i.) in den Gräben Gelegenheit, wie ſchon oben geſagt worden. Man ziehet ſie deshalb in die Feſtung ſelbſt hinein, indem man ſie unter der Kurtine, oder bei Tenaillenwerken im eingehenden Winkel, hindurch führet, und ihr Bette überwölbt, um eine Wall- und Bruſtwehr darauf ſetzen zu können. a. Fig. 7. Tab. II. Iſt der Fluß nicht ſchiffbar, wird der Bogen durch ein eiſernes Gitter geſperret; im entgegengeſetzten Falle geſchiehet es vermittelſt eines eiſernen Gatterthores oder Fallgatters, das innerhalb des Einganges angebracht wird. Breitere und tiefe Flüſſe müſſen bei ihrem Eingange und Ausgange durch eingerammte Pfähle, durch Schwimmbäume (w. n. i.) oder durch herüber gezogene Ketten verſperrt werden. S. auch Lage der Feſtungen.

Fortifikation. S. Befeſtigungen und Befeſtigungskunſt.

Forts dienen entweder zu Behauptung einzelner Poſten, Gebirgspäſſe, wichtiger Uebergänge über Flüſſe und Sümpfe, u. dergl., theils in den größern Feſtungen als eine Art kleiner Citadellen oder Zufluchtsörter für einen, obgleich geringen, Theil der Beſatzung. In dem erſtern Falle hängt der Umriß des Forts einzig und allein von dem Lokale ab, und kann daher nur ſelten regelmäßig ſeyn. Eine Hauptbedingung bei ihrer Anlegung iſt: daß ſie völlig gegen den offenbaren Angriff geſichert ſind, und nicht anders, als durch eine förmliche Belagerung genommen werden können. (S. Vorliegende Werke.) In den Feſtungen beſtehen ſie gewöhnlich aus einem Bollwerke, das in ſeiner Kehle, gegen die Stadt hin, durch eine Art kleines Hornwerk abgeſchnitten iſt, wie das Fort Blanche zu Straßburg Fig. 110. Tab. IX., das in ſeiner Kehle zwei halbe Bollwerke AB mit einem trocknen Graben hat. Man ſiehet leicht, daß dergleichen Forts nur ſehr geringe Vertheidigungsfähigkeit beſitzen. Ein anderes iſt es, den ganzen Umfang der Feſtung aus lauter einzelnen Forts zuſammen zu ſetzen, um auf dieſe Weiſe den Feind zu einer fortgehenden Belagerung der Forts zu nöthigen, wie Landsberg, Herbort, Montalembert u. a. vorgeſchlagen haben. Allein mit dieſer Einrichtung iſt die Unbequemlichkeit verbunden: daß man entweder jedes einzelne Fort eben ſo gut beſetzen, und mit allem Nothwendigen verſehen muß, wie eine beſondere Feſtung, oder daß der Feind die nicht gehörig verſorgten Forts ohne große Weitläuftigkeiten hinwegnehmen kann, ſobald er einmal in den Umfang der Feſtung eingedrungen iſt. S. Umriß.

Foſsé. S. Graben.

Fougaſse. S. Fladderminen.

Franzöſiſche Befeſtigungsmanier unterſcheidet ſich in die ältere und neuere. Jene hat Gerharden von Herzogenbuſch zum Urheber, und zeichnet ſich durch die rechtwinklichen Bollwerke und durch die kürzere Kurtine gegen die ältere ſpaniſche Befeſtigungsweiſe aus. Sie beruhet nächſtdem auf folgenden Grundſätzen: 1) Daß alle Theile einer Feſtung von andern beſtrichen werden müſſen. 2) Daß die beſtreichenden Theile dem feindlichen Rückfeuer genugſamen Widerſtand leiſten können, um nicht gleich zu Anfang der Belagerung zerſtöhret zu werden. 3) Daß die Streichlinien nicht über 65 bis 75 Klaftern lang ſeyn dürfen. 4) Daß die Werke einer Feſtung jederzeit die vor ihnen liegenden überhöhen, und daher vertheidigen. Gerhards ſonderbare Stellung der Flanken (S. dies Wort) ward jedoch nicht von den andern Ingenieurs angenommen, ſondern dieſelben fortwährend ſenkrecht auf die Kurtine geſetzt, indem ſie ſie zugleich auf der innern Polygon befeſtigten, und die Flanke der halben Kehle zu $\frac{1}{6}$ der innern Polygon annahmen.

Die neuere Franzöſiſche Manier hat Bollwerkswinkel unter 90°, und ihre Flanken ſtehen auf der Streichlinie ſenkrecht. Pagan war der Erſte, der es einführte; ihm folgte Vauban, der eine leichtere Conſtruction erfand, und deshalb die Flanken nicht ſenkrecht auf die Streichlinie ſetzte, ſondern nach Beſtimmung der Façen AC und BD zu $\frac{2}{7}$, der äußern Polygone AB, und des Perpendiculs LM zu $\frac{1}{6}$, (Fig. 2. Tab. I.) ſie mit einer Oeffnung des Zirkels aus der Bollwerksſpitze zog, daß ſie mit der Kurtine einen Winkel von ungefähr 100 Grad machen. Er machte ſie zugleich bald gerade DG, bald konkav und mit einem Bollwerksohr CF. (w. n. i.). Die gewöhnlichſten Dimenſionen der Vaubanſchen erſten Manieren ſind:

	AB =	180 Toiſen.			
	AG =	135 —	oder	125 Toiſen.	
AC =	BD =	50 —	—	60	—
	DG =	20 —	—	22	—
	Go =	76 —			

Weil hier nach Vollendung der Breſche in dem Hauptwalle dem Belagerten keine Zuflucht mehr bleibet, ſetzte Vauban ſeine ſpäteren Anlagen: Landau, Befort und Neu-Breiſach aus Abgeſonderten Bollwerken (w. n. i.), die er Contregarde nannte, und aus einer retivirten Feſtung RNS zuſammen. Fig. 2. Tab. I. Dieſe letztere beſtehet aus ſehr flachen Bollwerken, die von einer, die Kehlen der Bollwerksthürme verbindenden Linie zz, vermittelſt eines auf N. gefällten Perpendikuls von 5 Toiſen, gebildet werden, und auch 5 Toiſen große kaſemattirte Flanken haben, zu 2 Kanonen eingerichtet.

Cormontaigne legte wieder die erſte Vaubanſche Manier zum Grunde, ſetzte aber die Flanke auf die Streichlinie

ſenkrecht, machte den Perpendic. LM $\frac{1}{6}$ der äußern Polygon, und die Façen AC und BD immer $\frac{2}{6}$ derſelben, oder 60 Toiſen. (S. Bollwerk und Courtine.) Um zugleich eine reinere Beſtreichung des Grabens vor den Bollwerken zu bekommen, rückt er die Krone der Bruſtwehr bis an den Punkt mm vor, wo die Streichlinie die innere Böſchung der Flanke durchſchneidet, wodurch die Magiſtrale der Kurtine FG beinahe um die ganze Stärke der Bruſtwehr hervorkommt, und die Länge der Flanke nur die reine Beſtreichung des Grabens gewähret, die aus dem hinweggenommenen Stück Fm ſehr ſchräge geſchehen kann. Der innere Raum der Feſtung wird zugleich dadurch um mG vergrößert, und durch die abgekürzte Länge der Flanke an den Baukoſten erſparet. Die Einrichtung der Gräben, der Raveline und des bedeckten Weges bei dieſen verſchiedenen Arten der franzöſiſchen Befeſtigungsweiſe iſt unter den zugehörigen Worten nachzuſehen.

Freitag hat die Grundſätze der Niederländiſchen Befeſtigungsweiſe in ein Syſtem gebracht und uns überliefert. Sie beruhet auf folgenden Bedingungen:

1.) Der Bollwerkswinkel iſt $\frac{2}{3}$ des Polygonwinkels, der nie über 90°, um die großen Nebenflanken beizubehalten.

2.) Die Façe iſt allezeit 24, und die Kurtine 36 Ruthen, damit die Streichlinie nicht zu lang wird, und dennoch die Façe eine hinreichende Anzahl Kanonen faſſen kann.

3.) Die Flanken ſtehen immer auf der Kurtine ſenkrecht. Die Feſtungen werden in Groß und Klein Royal getheilet, wo in erſteren die Streichlinie immer 60 Rheinl. Ruthen beträgt. Die übrigen Maaße ſind in Dezimal-Ruthen.

	VI. Eck.		VII. Eck.		VIII. Eck.		IX. Eck.		XII. Eck.	
Der kleine Radius . .	62 R.	38′.	72 R.	65′.	83 R.	1′.	91 R.	76′.	124 R.	99′.
Die innere Polygon . .	62	38	63	7	63	64	63	70	64	71
Die Kapitale . . .	18	71	20	03	21	29	22	57	24	85
Die Kehle . . .	13	19	13	53	13	82	13	85	14	35
Die Flanke . . .	8	—	9	—	10	—	11	—	12	—
Anlage des Walles . .	5	5	6		6	5	7	—	7	
Höhe des Wallganges .	—	2,50	—	3,33	1	5	1	5	1	5
Innere Böſchung . .	—	2,50	—	3,33	1	5	1	5	1	5
Aeußere Böſchung . .	—	7,92	—	8,34	—	9,7	—	9,7	—	9,7
Obere Breite der Bruſtwehr	4		—	2,50	—	4,17	1	7,50	1	7,50
Innere Böſchung der Bruſtw.	—	0,83	—	0,83	—	0,83	—	0,83	—	0,83
Aeußere Höhe . . .	—	3,33	in allen		Vielecken.					
Innere Höhe . . .	—	5		des	gleichen.					
Wallgang der Fauſſebray .	—	12,50	—	14,17	—	17,50	—	17,50	—	17,50
Obere Breite des Grabens .	8		9		10		11		11	
Tiefe			—	8,33	—	10	—	10	—	10
Die Böſchungen . .	ſind der		Tiefe gleich		und die		Berme		5 Fuß.	
Breite des bedeckten Weges	—	2,50	—	4,17	—	7,50	1	7,50	1	7,50
Anlage des Glacis . .	—	7,50	—	8,33	6	1,67	6	5,83	6	5,83
Innere Böſchung . .	—	0,83	in allen		Polygonen					
Höhe	—	5								
Breite der Auftritte . .	—	2,50								
Höhe	—	1,25								

Das Ravelin iſt ein gleichſeitiges Dreieck, mit der Länge der Kurtine, deſſen Façen durch die Linien der Contreſcarpe abgeſchnitten werden.

Frieſiſche Reuter. S. Spaniſche Reuter.

Fronte einer Fortification (Front oder Coté exterieur.) iſt die unter dem Namen der äußern Poligon zwiſchen den zwei Capitalen eines Vieleckes begriffene Linie. Sie beſtehet aus 2 Façen, 2 Flanken, und der von ihnen eingeſchloſſenen Kurtine. Im weitern Sinne werden unter angegriffener

Fronte alle, von den feindlichen Parallelen wirklich umfaßte Werke verſtanden, die bisweilen auch wohl aus zwei Polygonen beſtehen, oder zwei Seiten des Vielecks begreifen können.

Fundament. S. Grundmauer.

Fußangeln (Chausse-trapes) ſind vierſpitzige Eiſen von bekannter Form, die man in die Gräben der Feldſchanzen, in die trocknen Gräben der Außenwerke, auf die Breſchen oder in zu ſeichte Ueberſchwemmungen und Waſſergräben wirft, um die Annäherung des Feindes zu erſchweren.

Futtermauern (Mur de revêtement) ſind bei trocknen Gräben an der Escarpe durchaus unentbehrlich, um den Wall da, wo keine Breſche geſchoſſen iſt, unerſteiglich zu machen; weil außerdem der Feind, ſobald er die Contreſcarpe erobert hätte, leicht einen allgemeinen Sturm anwenden könnte. Weniger nothwendig ſind die Futtermauern an der Contreſcarpe (S. dies Wort), vielmehr ſcheint eine flache, leicht erſteigliche Böſchung den Vortheil zu gewähren, daß man nach Feſtſetzung des Feindes im bedeckten Wege ihn durch Ausfälle mit breiter Front angreifen, und leicht die Oberhand über ihn gewinnen kann.

Die Höhe der Futtermauer iſt von den Ingenieuren allgemein auf wenigſtens 24 Fuß feſtgeſetzt, weil hier der Feind ſchon 30 Fuß lange Sturmleitern haben müßte, die ſchwer zu bekommen, und ſchwierig zu behandeln ſind. Der obere Theil der Futtermauer darf jedoch nie über den Kamm des Glaçis emporſtehen, damit er nicht von den feindlichen Feldbatterieen der erſten Parallele eingeſchoſſen werden kann. An den Reduits der Raveline hingegen iſt eine 18 Fuß, und an den Reduits im bedeckten Wege eine 12 Fuß hohe Futtermauer hinreichend. Die Stärke der Futtermauer hängt von ihrer Höhe ab, und von dem Druck der Erde, die hinter ihnen angeſchüttet iſt. An der Contreſcarpe und in der Kehle der Außenwerke werden ſie daher gewöhnlich oben 3 Fuß dick gemacht, mit $\frac{1}{5}$ ihrer Höhe zur Böſchung, welche Stärke man ohne Nachtheil bis auf 2 Fuß vermindern könnte. Weil jedoch die Futtermauer der Escarpe, außer dem Druck der hinter ihr liegenden Erde oben noch eine Bruſtwehr A zu tragen hat, und zugleich den feindlichen Stückkugeln widerſtehen ſoll, giebt man ihr jetzt allgemein oben C. Fig. 26. Tab. III. 5 Fuß Dicke und $\frac{1}{6}$ der Höhe zur Anlage der Böſchung CD. Wenn demnach die Escarpe 24 Fuß hoch iſt, wird ſie oben 5 Fuß und unten 9 Fuß Stärke bekommen. Ja bei ſolchen Futtermauern, auf denen eine über 8 Fuß hohe Bruſtwehr liegt, giebt man auf jeden Fuß Höhe

2 Zoll an der Dicke zu. Zu mehrerer Dauer verſiehet man zugleich die Futtermauern hinten von 15 zu 15 Fuß mit Strebepfeilern. (w. n. i.) Vauban hat ſeinen Verkleidungsmauern oben nur $4\frac{1}{2}$ Fuß Dicke, ihrer Böſchung aber $\frac{1}{5}$ der Höhe zur Anlage gegeben. Belidor aber hält dieſe Stärke bei ſehr hohen Mauern für zu klein, und bei niedrigen zu groß. Er giebt daher andere Tafeln für die nöthige Stärke der Futtermauern an der Escarpe und Contreſcarpe, im Verhältniß der ihnen zu gebenden Böſchung:

Stärke

Stärke ſolcher Futtermauern, auf denen zugleich eine Bruſtwehr ruhet.

Höhe der Futtermauern.	Mit $\frac{1}{6}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{6}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{7}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{7}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{8}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{8}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{10}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{10}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke
10 Fuß.	3′. 8″. 11‴.	5′. 4″. 11‴.	3′. 11″. 5‴.	5′. 4″. 6‴.	4′. 1″. 3‴.	5′. 4″. 3‴.	4′. 4″. 3‴.	5′. 4″. 10‴.
15 —	4. 6. 9.	7. — 9.	4. 10. 8.	7. — 4.	5. 1. 8.	7. — 2.	5. 3. 1.	6. 9. 1.
20 —	5. 3. 9.	8. 7. 9.	5. 9. 4.	8. 7. 7.	6. — 8.	8. 6. 8.	6. 6. 5.	8. 6. 5.
25 —	5. 10. 7.	10. — 7.	6. 1. 11.	9. 8. 9.	6. 9. 11.	9. 11. 5.	7. 4. 8.	9. 10. 8.
30 —	6. 5. 3.	11. 5. 3.	6. 9. 11.	11. 1. 4.	7. 6. 4.	11. 3. 4.	8. — 6.	11. — 6.
35 —	6. 8. 4.	12. 6. 4.	7. 4. 11.	12. 4. 11.	7. 11. 9.	12. 4. 3.	8. 9. 4.	12. 13. 4.
40 —	7. — 9.	13. 8. 9.	7. 8. 4.	13. 4. 10.	8. 2. 9.	13. 2. 9.	9. 4. 8.	13. 14. 8.
45 —	7. 3. —	14. 9. —	8. 3. —	14. 8. 1.	8. 11. 7.	14. 7. 1.	9. 11. 3.	14. 5. 9.
50 —	7. 6. 9.	15. 10. 9.	8. 7. 5.	15. 9. 1.	9. 4. 8.	15. 7. 8.	10. 6. 3.	15. 6. 3.
55 —	7. 10. 2.	17. — 2.	8. 11. —.	16. 9. 3.	9. 9. 5.	16. 7. 11.	11. — 3.	16. 6. 3.
60 —	8. — 2.	18. — 3.	9. 2. 6.	17. 9. 4.	10. 1. 10.	17. 7. 10.	11. 6. 1.	17. 6. 1.

Dicke ſolcher Futtermauern, auf denen keine Bruſtwehr ruhet.

Höhe der Futtermauern.	Mit $\frac{1}{6}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{6}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{7}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{7}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{8}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{8}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke	Mit $\frac{1}{10}$ d. Höhe z. Böſchung Obere Dicke	Mit $\frac{1}{10}$ d. Höhe z. Böſchung Untere Dicke
10 —	1. 6. 5.	3. 2. 5.	1. 8. 11.	3. 2. —	1. 10. 8.	3. 1. 8.	2. 1. 4.	3. 1. 4.
15 —	2. 3. 2.	4. 9. 2.	2. 7. —	4. 8. 8.	2. 9. 10.	4. 8. 4.	3. 1. 8.	4. 7. 8.
20 —	2. 11. 2.	6. 3. 2.	3. 4. 10.	6. 3. 1.	3. 7. 10.	6. 1. 10.	4. 1. 8.	6. — 8.
25 —	3. 6. 2.	7. 8. 2.	4. — 3.	7. 7. 1.	4. 5. 1.	7. 6. 7.	4. 11. 7.	7. 5. 7.
30 —	4. 3. 5.	9. 3. 5.	4. 8. 3.	8. 11. 8.	5. 3. 7.	8. 11. 7.	5. 10. 7.	8. 10. 7.
35 —	4. 4. 7.	10. 5. 7.	5. 4. 2.	10. 4. 2.	5. 10. 10.	10. 3. 4.	6. 8. 8.	10. 1. 6.
40 —	5. 1. 3.	11. 9. 3.	5. 11. 3.	11. 7. 9.	6. 6. 7.	11. 6. 7.	7. 5. 3.	11. 5. 3.
50 —	5. 10. 9.	14. 2. 9.	6. 11. 3.	14. — 11.	7. 8. 4.	13. 11. 4.	8. 9. 6.	13. 9. 6.
60 —	6. 6. 11.	16. 9. 11.	7. 9. 1.	15. 2. 5.	8. 8. 1.	16. 2. 1.	10. — 4.	16. — 4.

Obgleich dieſe Angaben **Belidors** kleiner ausfallen, als die **Vaubaniſchen**, ſcheinen ſie doch den neuern Verſuchen der Phyſiker immer noch nicht zu entſprechen, und daher bei wirklicher Ausführung des Baues eine ſchärfere Theorie zu fordern, bei der nicht blos das Gewicht der Futtermauer, ſondern auch der Zuſammenhang und die Reibung der Erdtheilchen auf einander mit in Anſchlag gebracht wird, weil dieſe die Kraft, welche gegen die Mauer wirket, bedeutend verringern. Man hat bei allen dahin gehörigen Berechnungen immer vorausgeſetzt, daß die hinter der Mauer liegende Erde mit ihrem ganzen Gewicht gegen ſie drücke, und ſie umzuwerfen ſtrebe. Allein wenn man zu ſchwache und von dem Druck der Erdmaſſe umgeſtürzte Futtermauern unterſuchet, wird man finden, daß ſie gewöhnlich um die Gegend des in dem Schwerpunkte der Erde vereinten Druckes m. Fig. 111. Tab. X. eine Erhöhung bekommen, die ſich nach und nach vergrößert, bis endlich die durch den Kalk bewirkte Verbindung der Mauer aufgehoben wird, und hier zuerſt ein Bruch, dann aber der gänzliche Einſturz erfolget.

Siehet man die Erde hinter der **Futtermauer** als ohne Zuſammenhang und merkliche Reibung an, ſo tritt ſie in den Zuſtand der Flüſſigkeiten, EC wird horizontal, und BCE $= 90°$. Mit dem zunehmenden Zuſammenhange der Erde wird dieſer Winkel kleiner, und für Felſen oder ähnliches Steinwerk $= 0$. Man kann übrigens ohne Fehler CE immer für eine gerade Linie anſehen, obgleich abrollende lockere Erdarten eine konkave Oberfläche EwC anzunehmen pflegen. Es ſey $Q = \frac{ph^2 \,.\, \text{tang.}\,\beta}{2}$ der vereinte horizontale Druck der Erdmaſſe auf die Mauer ABCD; wo BC $= h$, BCE $= \beta$, Bt $= x$; tr mit BC gleichlaufend, p die eigenthümliche Schwere des Dreieckes BCE; denn hier wird BC $= h \,.\, \text{tang.}\,\beta$; CE $= h \,.\, \text{Sec.}\,\beta$; Br $= x \,.\, \text{tang.}\,\beta$; und tr $= x \,.\, \text{Sec.}\,\beta$; daher auch $\frac{px^2 \; \text{tang.}\,\beta}{2}$ das abſolute Gewicht des Dreiecks Btr $= Q$.

Um nun den horizontalen Widerſtand der Futtermauer ABCD $= P$ zu finden, damit ſie nicht auf ihrer Grundfläche CD. Fig. 111. Tab. X. verſchoben werde, ſetze man

$$P = \frac{\frac{1}{2} ph^2 \,\text{tang.}\,\beta.\, \text{Cos.}\,\beta. - \frac{1}{2}\,\beta f h^2 \,\text{tang.}\,\beta.\, \text{Sin.}\,\beta. - gh\, \text{Sec.}\,\beta.}{\text{Sin.}\,\beta.}$$

durch f die Reibung der Erdtheilchen, und durch g ihr Zuſammenhang ausgedrückt wird. Da nun aber $\frac{\text{Cos.}\,\beta.}{\text{Sin.}\,\beta.} = \frac{1}{\text{tang.}\,\beta.}$, ſo iſt $P = \frac{ph^2}{2} \,.\, 1 - f.\, \text{tang.}\,\beta.) - \frac{gh \,.\, \text{Sec.}\,\beta.}{\text{Sin.}\,\beta.}$

Man wird hier allezeit einen kleinern Werth als $\frac{ph^2}{2}$ bekommen, und ſetzt man β als unveränderlich durch Cohäſion und Reibung, ſo wird P den Werth von $\frac{ph^2}{2}$ um ſo näher kommen, je mehr f und g abnehmen, und für f = o und g = o, iſt $P = \frac{ph^2}{2}$ der Druck einer völlig flüſſigen Maſſe, oder dem Maximo aller, von Zuſammenhang und Reibung abhängender Theilchen. Bezeichnet man nun das Profil der Mauer ABCD mit M, die Länge CD mit b, die Cohäſion auf derſelben g' und die Zahl, womit das Gewicht zu multipliciren iſt, um die Reibung zu beſtimmen, mit f, ſo bekommt man aus der vorhergehenden Gleichung

$$M = \frac{\frac{1}{2} p h^2 (1 - f . \text{tang.} \beta) - \frac{gh . \text{Sec.} \beta}{\text{Sin.} \beta} - g'b}{qf'}$$

wo q die ſpezifiſche Schwere des Mauerwerkes ausdrückt.

Während aber ein Theil des horizontalen Druckes der Erde die Mauer auf der Grundfläche zu verſchieben ſtrebet, wirket ein anderer von E nach A, ſie um den Punkt D zu drehen. Um nun die Summe der Momente des allgemeinen Druckes gegen BC zu bekommen, ſetze man dieſen für das Dreieck Btr auf Bt oder $x = \frac{px^2}{2} (1 - f \text{ tang.} \beta) - \frac{gx \text{ Sec.} \beta}{\text{Sin.} \beta}$, dadurch wird das Moment des Druckes gegen Bt $\frac{1}{2} phx^2 (1 - f \text{ tang.} \beta) - \frac{hg \text{ Sec.} \beta}{\text{Sin.} \beta} x - \frac{1}{3} px^3 (1 f \text{ tang.} \beta) + \frac{\frac{1}{2} g \text{ Sec.} \beta}{\text{Sin.} \beta} x^2 + A.$

Da durch x = o die Summe der Momente verſchwindet, wird A = o, und wenn x = h, ſo wird das Moment der Feſtigkeit des Profils durch die Reduction $= \frac{1}{6} ph^3 (1 - f \text{ tang.} \beta) - h^2 \frac{(\frac{1}{2} g. \text{ Sec.} \beta)}{\text{Sin.} \beta}$, welches der Bedingung der Umdrehungsbewegung um den Punkt D entſpricht.

Böhm (Gründliche Anleitung zur Kriegsbaukunſt. §. 73.) hat nach Couplet (Mem. de l'Academ. des Sciences l'an 1726 und 1728) die Stärke der Futtermauern berechnet, je nachdem ſie

1) auf beiden Seiten völlig ſenkrecht aufgeführet ſind; Fig. 111. Tab. IX.
2) hinten am Wall ſenkrecht, und vorne mit einer Böſchung verſehen ſind; Fig. 112.
3) auf beiden Seiten Böſchungen haben; Fig. 113.

4) inwendig eine Böſchung haben, auswendig aber ſenkrecht ſtehen; Fig. 114.

5) endlich völlig nach der Böſchung des Walles einwärts hängen. Fig. 115.

Setzt man wegen der Reibung und Cohäſion das Verhältniß EE : CF $= \sqrt{8} : 1$, ſo ergiebt ſich daraus der Inhalt des Dreieckes EBC (Fig. 111. Tab. IX.), welches die Schwere des drückenden Erdkeiles darſtellet, deſſen Druck ſich zu jener verhält, wie $2 : \sqrt{8}$, und gemeinſchaftlich nach der Richtung IH in dem Punkte I wirket, der $\frac{2}{3}$ BC über FC ſtehet.

Eben ſo drückt ABCD den Inhalt der Mauer aus, der nach Belidor (Sc. des Ingenieurs) die Schwere derſelben $= \frac{3}{2}$ ABCD giebt. Nennet man nun EF = BC = h, ſo iſt $FC = \frac{h^2}{2\sqrt{8}}$, und der wirkliche Druck der Erde $= \frac{h^3}{12}$. Es ſey x = AB, der geſuchten Dicke der Futtermauer, ſo wird $\frac{3}{2}xh$ ihre Schwere, $\frac{3}{4}hx^2$, wodurch man für das Gleichgewicht der Mauer und des Erdwalles $\frac{h^3}{12} = \frac{3hx^2}{4}$, und daraus $x = \frac{\sqrt{h^2}}{9}$ bekommt. Wäre demnach h = 10 Fuß, ſo iſt $x = \frac{10}{3}$ Fuß, der für dieſe Höhe nöthigen Dicke der Mauer, deren Widerſtand noch dadurch vermehrt wird: 1) daß ſie das Stück EbdC nicht halten darf, weil dieſes auf ihrem Fundamente CD ruhet. 2) Daß ihr Inhalt durch die Grundmauer, und ihre Feſtigkeit durch den Zuſammenhang mit derſelben vergrößert wird. 3) Daß bei Wallmauern dasjenige Stück, welches im Graben ſtehet, von der gewachſenen Erde einen geringeren Druck empfindet, — ſo bald dieſe nicht aus ganz loſem Sande beſtehet, — als wenn die Erde blos hinter ihr aufgeſchüttet, und höchſtens feſtgeſtampft worden wäre.

Um eine allgemeine Formel für die mit einer Böſchung verſehenen Futtermauern zu finden, ſetze man, wie vorher EF = h, $EF = FC = \frac{h}{\sqrt{8}}$, Ck = nh, Ks = ph, sv = AB = x und vD = rh. Nun iſt die Schwere des Erdkeils $BCE = \frac{1}{2} h \left(\frac{h}{\sqrt{8}} + nh\right)$, folglich ihr Druck gegen die Futtermauer $= \frac{h^3}{12} + \frac{2nh^3}{3\sqrt{8}}$. Setzt man $(n+p+r)\,h = m$, und nh = c, ſo iſt CD = m + x, und man findet endlich die Entfernung des Schwerpunktes der Mauern von D, oder ihr Moment $= \frac{2m^2 + 3x\,(2m - c)\,.\,mc + 3x^2}{3\,(m + 2x)}$. Da

nun die Schwere der Mauer $= \frac{3}{4}hm + \frac{3}{2}hx$, ſo wird ihr Druck $\frac{3hm + 6hx}{4} \cdot \frac{2m^2 + 39(2m - c) \,.\, mc + 3x^2}{3(m + 2x)}$, welches dem vorher gefundenem Drucke $\frac{h^3}{12} + \frac{2ha^3}{3\sqrt{8}}$ des Erdkeiles EBC gleich geſetzet werden muß, um $\frac{2h^2}{6} + \frac{8ch}{3\sqrt{8}}$ $= 2m^2 + 3x(2m - c) - mc + 3x^2$ zu bekommen. Wird endlich für m ſein Werth $(n + p + r)h$, und na für c geſetzt, ſo erhält man $\frac{2h^2}{6} + \frac{8nh^2}{3\sqrt{8}} = 2(n+p+r)^2h^2$ $+ 3hx(n + 2p + 2r) - h^2n(n + p + r) + 3x^2$ und daraus $h^2\left[\frac{2}{6} + \frac{8n}{3\sqrt{8}}\right] = n^2 + 3np + 2p^2 + 3nr$ $+ 4pr + 2r^2)h^2 + 3h(n + 2p + 2r) + 3x^2$.

Für den dritten Fall, wo die Futtermauer inwendig weniger, und auswendig mehr einwärts hängt, (Fig. 113.) ABDs, bleiben zwar die Größen r, q, p; nh aber fällt hinweg, und s auf C, folglich $nh = -ph$, und $n = -p$. Dadurch wird $h^2\left[\frac{2}{6} - \frac{8p}{3\sqrt{8}}\right] = h^2(p^2 - 3p^2 - 3pr + 2p^2$ $+ 4pr + 2r^2) + 3hx(p + 2r) + 3x^2 = h^2(pr + 2r^2)$ $+ 3hx(p + 2x) + 3x^2$; und endlich:

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{2pr}{3} + \frac{r^2}{3} + \frac{p^2}{4}\right]} - \frac{h(p+2r)}{2}.$$

Soll nun die Anlage der äußern Böſchung doppelt ſo groß werden, als die innere, ſo wird $p = r$, und dadurch

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{5p^2}{4}\right]} - \frac{3ph}{2}.$$

Für den zweiten Fall, einer hinten ſenkrechten, vorn aber mit einer Böſchung verſehenen Mauer, wird $p = o$, und daher

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} + \frac{r^2}{3}\right]} - hr.$$

Wenn im dritten Falle die Mauer die Form ABCD hat, fällt D auf v, und r wird $= o$. Daher iſt $h^2\left[\frac{2}{6} + \frac{8n}{3\sqrt{8}}\right]$ $= h^2(n^2 + 3np + 2p^2) + 3hx(n+p) + 3x$; und end-

$$x = h\sqrt{\left[\frac{2}{18} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - \frac{n^2}{12} - \frac{np}{2} - \frac{sp^2}{12}\right]} - \frac{(n+p)h}{2}.$$

Soll die innere und äußere Böſchung gleich groß ſeyn, wird $n = p$, und folglich $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{18} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - n^2\right)} - hn.$

Stehet viertens die Mauer auswendig ſenkrecht, und hat blos inwendig eine Böſchung, ſo daß Bs auf Bk fällt; wird $p = o$, und $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{18} + \frac{8n}{9\sqrt{8}} - \frac{n^2}{12}\right)} - \frac{hn}{2}.$

Hängt endlich die Mauer bei gleichförmiger Dicke einwärts, wie ABvs, wo D auf v fällt, ſo wird $r = o$, und daher $x = h\sqrt{\left(\frac{2}{18} - \frac{8p}{9\sqrt{8}} + \frac{p^2}{4}\right)} - \frac{ph}{2}.$

Die Erfahrung hat die Vorzüge dieſer, ſchon von den alten Italienern empfohlnen Futtermauern hinreichend bewährt, denn bei einer Dicke von einem Bruchſtein oder 1 Fuß haben ſie der Zerſtöhrung völlig widerſtanden.

Bei Berechnung dieſer verſchiedenen Formen der Futtermauern ergiebt ſich für die obere Stärke AB der inwendig mit $\frac{1}{12}$, auswendig mit $\frac{1}{6}$ Anlage geneigten, 10 Fuß hohen Mauer, 1,81 Fuß, und für den Inhalt ihres Profiles, der das Verhältniß der zu ihrer Aufführung nöthigen Baumaterialien beſtimmt: 22,25 Quadr. Fuß.

Bei einer auf beiden Seiten gleichen Böſchung von $\frac{1}{6}$ der Höhe aber iſt die obere Dicke 2 Fuß, und der Inhalt ihres Profiles 36,85 Quadr. Fuß.

Iſt die Mauer inwendig ſenkrecht und auswendig ſchief, mit $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe Böſchung, wird ihre obere Stärke 1,66 Fuß, und ihr Profil 26,20 Quadr. Fuß.

Die auswendig ſenkrechte Mauer, die inwendig ebenfalls eine Böſchung von $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe hat, bekommt 3,19 Fuß obere Stärke, und hält in Profil 40,20 Quadr. Fuß. Sie gewähret offenbar den geringſten Widerſtand bei dem größten Aufwand von Steinen und Kalk; daher ſtehet ſie allen übrigen Arten nach, und iſt hier blos wegen der Vollſtändigkeit der Berechnung angeführet worden.

Eine durchaus gleich ſtarke, ſenkrechte Mauer bekommt 3,33 Fuß Dicke, und hält 33,33 Quadr. Fuß im Profil.

Die bei gleicher Stärke ſich mehr oder weniger einwärts gegen den Wall lehnende Mauer endlich bedarf 1,74 Fuß Stärke, und hat im Profil 17,31 Quadr. Fuß. Sie iſt demnach am wohlfeilſten.

Bei allen dieſen Berechnungen iſt auf die Bruſtwehr, welche oben auf der Futtermauer ruhet, keine Rückſicht genommen worden, weil der dadurch vermehrte Druck von den angeſetzten Strebepfeilern (S. dies Wort) vollkommen aufgewogen wird.

Will man jedoch die Rechnung auch auf dieſen Fall ausdehnen, ſo würde das Profil der Bruſtwehr und ihres Auftrittes CGFINK in ein Rechteck CPLK Fig. 112. Tab. IX. zu verwandeln, und ſo anzuſehen ſeyn, als ob es gemeinſchaftlich mit der übrigen Erdmaſſe gegen die Fläche AD drücke, wenn man anders nicht den Umſtand beſonders berückſichtigen wollte: daß das Stück CDVG einen beinahe blos ſenkrechten Druck auf die Oberfläche CD der Mauer ABCD ausübet.

Bezeichnet man hier, wie vorher, AD mit h, CR = RG mit b, RV mit a, AB = Aa mit $\frac{(n+1)x}{n}$, ſo wird das auf der obern Fläche der Mauer ruhende Stück der Bruſtwehr CGWD = bx, und ſein Druck $\frac{hbx\sqrt{2}}{3}$. Es iſt RV = GH = CQ, daher DQ = a — x, und wenn man 2h — a = p ſetzet, der Druck von DWHG = $\frac{ap - px + ax - x^2)\, b\sqrt{2}}{6}$.

IQV iſt = $\frac{b^2}{2}$, und ſein Druck gegen die Futtermauer = $\frac{b^2\sqrt{2}}{6}(q + x)$, wenn man zu Abkürzung der Rechnung 3h — 3a — b = q ſetzet. Hieraus wird der ganze vereinte Druck der Bruſtwehr = $\frac{bhx\sqrt{2}}{3} + \frac{ap - px + ax - x^2)\, b\sqrt{2}}{6} + \frac{bq + bx\sqrt{2}}{6}$. Oder wenn man $\frac{2h - p + a + b}{6} = m$, und $\frac{ap + bq}{6} = r$ ſetzet, $mbx\sqrt{2} - \frac{bx^2\sqrt{2}}{6} + rb\sqrt{2}$.

Da BE = $\frac{x}{n}$ und AB = $\frac{(n+1)x}{n}$, muß alles mit $\frac{18n^3}{2(n+1)^3\sqrt{2}}$ multipliziret werden, um die Gleichung für die obere Stärke der Futtermauer zu bekommen:

$$x^3 - 3hx^2n\left(\frac{1}{2(n+1)} + \frac{3n^2 + 6n + 2}{2(n+1)^3\sqrt{2}}\right) + \frac{n^3h^3}{2(n+1)^3} + \frac{9n^3mbx}{(n+1)^3} + \frac{3nbx^2}{2(n+1)^3} + \frac{9n^3rb}{(n+1)^3} = 0.$$

Setzt man an die Stelle dieſer Größen ihren Werth, ſo findet man dadurch die verlangte obere Stärke der Futtermauer. Man ſehe über dieſe Berechnungen Böhms Magazin für Ingenieure und Artilleriſten IV. Bd. S. 95. V. Bd. S. 135. 161. VIII. Bd. S. 190.

Außer der, nun ſchon durch die Erfahrung beſtimmten Dicke der Futtermauer, muß auch ihr ganzer kubiſcher Inhalt, mit Einſchluß der Grundmauer und der angeſetzten Strebepfeiler (S. dieſe Worte) berechnet werden, um dadurch die zu dem wirklichen Bau erforderlichen Materialien zu finden.

Legt man die gewöhnlichen Dimenſionen Cormontaigne's zum Grunde, wo die Façe 360 Fuß, die Flanke aber 150 Fuß, endlich die Kurtine 45 Fuß lang iſt, wo die äquirte Stärke der Futtermauer $\frac{CD + BA}{2} = \frac{5 + 10}{2} = 7,5$ Fuß (Tab. IX. Fig. 112.) ihre Höhe aber 30 Fuß beträgt, ſo giebt $30 . 7,5 = 225$ Quadr. Fuß, multiplicirt mit der Länge der Magiſtrallinie, den Inhalt der ganzen Futtermauer, ohne Grundmauern und Strebepfeiler.

Verlangt man jedoch hier ein ſchärferes Reſultat, müßte man blos AE (Fig. 114.) für die Länge der Futtermauer der Façe ſetzen, den Keil CAD an der Spitze des Bollwerkes, und das Stück HIL dazu addiren, EFG am Schulterpunkt aber davon abziehen. Nun wird AC gefunden durch

$$\text{Sin. } ACD : DA = \text{Cos. } ACD : AC,$$

weil AD = der obern Stärke der Futtermauer, CAD ein rechter Winkel, und ACD den halben Bollwerkswinkel gleich iſt. Da zwei Seiten nebſt der Höhe der abgeſtumpften Pyramide ACD bekannt ſind, welche die Futtermauer an der Spitze des Bollwerkes bildet, wird ſie durch das Verhältniß

$$Fa : aA = FG : GB \text{ und durch}$$

$EFG . \frac{BG}{3} - ACD . \frac{Bd}{3}$ leicht gefunden. (Fig. 80. Tab. VII.)

Auf gleiche Weiſe läßt ſich der Inhalt der abgeſtumpften vierſeitigen Pyramide IHKL und der dreiſeitigen EFG (Fig. 114.) beſtimmen, woraus ſich denn der Inhalt der ganzen Futtermauern an der Escarpe des halben Polygons CEHM ergiebt. Daſſelbe iſt der Fall in Abſicht der Futtermauern des Ravelins, und aller andern Auſſenwerke, die nach Verſchiedenheit ihrer Form auf die eben angeführte Weiſe berechnet werden.

Die Futtermauern der Contreſcarpe haben eben ſo wenig Schwierigkeit. Der Bogen x (Fig. 89. Tab. VII.) vor den Spitzen der Bollwerke und der Raveline ergeben ſich aus der Größe der vorſpringenden Winkel und der Breite der Gräben, (90 Fuß und 60 Fuß), welche der Halbmeſſer jener Bogen iſt. Daß an dem eingehenden Winkeln y hier ebenfalls eine vierſeitige Pyramide dazu addiret werden muß, iſt von ſich ſelbſt klar. Giebt man den Futtermauern der Kehlen, der Raveline und anderer Auſſenwerke eine zu ihrer Höhe verhältnißmäßige Böſchung, dürfen ſie nur 2 Fuß gleich ſtark werden, wodurch

ihre Berechnung ſehr erleichtert wird. Die Profile der Bruſtwehren und Auftritte ſowohl, als die Traverſen, werden durch eine Mauer von 1 Fuß Stärke gegen das Abrollen geſchützet, deren Inhalt noch beſonders zu der Summe aller Futtermauern addiret werden muß. (Man ſehe Erdbau, Grundmauern, und Strebepfeiler.

Was übrigens in Abſicht der Befeſtigungsart mit Bollwerken ſtatt findet, iſt auch auf die Zangenwerke in demſelben Maaße anwendbar. Bei ihnen werden die Futtermauern an den vorſpringenden und eingehenden Winkeln genau auf dieſelbe Weiſe beſtimmt, wie vorher gezeiget worden.

Es ſtehet nicht immer in der Willkühr des Baumeiſters, was für Steine zu Aufführung der Futtermauern angewendet werden ſollen. Feſtes Geſtein, wie Granit, Gneis und andere Quarzarten, vor allem Baſalt, würden, wegen ihrer großen Härte, ohnſtreitig den Kanonenkugeln am beſten widerſtehen, wenn ihre Bearbeitung nicht aus demſelben Grunde zu viel Zeit und Koſten erforderte. Da jedoch dieſe Steinarten dem Verwittern nicht ſo unterworfen ſind, wie die Sandſteine und Ziegel, kann man auch der aus ihnen aufgeführten Mauer eine ſtärkere Böſchung geben, und ſie aus großen, unregelmäßigen Blöcken aufführen, die durch guten Kalk unter einander verbunden werden. Die ſo beſchaffenen Mauern und Thürme alter Städte haben mehrmals ohne bedeutende Beſchädigung dem heftigſten Kanonenfeuer widerſtanden, und ſcheinen unzerſtörbar zu ſeyn. Ungleich weniger Widerſtand gewähren die Sandſteine, obgleich auch ſie ſich ſtärker erweiſen, als man gewöhnlich glaubt. Ein Irrthum, der die Kriegsbaumeiſter verleitet hat, den Ziegelſteinen den Vorzug zu geben, weil dieſe die doppelte Abſicht erfüllen, das Erſteigen des Walles zu verhindern, und dem Kanonenfeuer guten Widerſtand zu leiſten. Allein, Böhm (a. a. O.) bemerkt mit Recht: daß es unter allen Umſtänden vortheilhafter ſey, ein feſtes und hartes Geſtein anzuwenden, er führet dabei die von Baſalt aufgeführten Mauern des alten Schloſſes Felzberg, ohnweit Gieſen, als Beiſpiel an. Lorini rühmet dagegen die aus Tuffſtein beſtehenden Mauern von Famaguſta, und ſchläget vor: die Futtermauern, nach Art der Piſearbeiten und des Plackwerkes, aus klar geſtoßenen Ziegeln, mit gutem Kalk vermiſcht, zu verfertigen, ſo daß man die breiartige Miſchung zwiſchen Bretwände gießt, und wenn ſie hart geworden iſt, die Wände hinweg nimmt. Oder man könnte auf dieſe Weiſe künſtliche Steine formen, und ſie alsdann gleich den natürlichen anwenden.

Zu beſſerer Verbindung und ſtärkerem Widerſtand werden die Ziegel ſo in die Futtermauer geleget, daß ſie rechtwinklich auf der Magiſtrale ſtehen, und mit ihrer ganzen Länge der Wirkung des feindlichen Stückſchuſſes entgegen ſtreben. Die Fugen

jeder vordern Reihe werden zugleich, ſowohl hinten als oben, durch volle Steine gedeckt, und immer eine Lage um die andere etwas größere Steine genommen, ſo daß durchaus kein Verſchieben oder Auseinanderweichen eines ganzen Stückes Mauer möglich iſt. Noch mehr Feſtigkeit gewähret derjenige Verband, wo jedesmal die fünfte oder ſechſte, und zwei folgenden Schichten dergeſtalt aufgeleget werden, daß ſie mit den Fugen der untern einen Winkel von beiläufig 45 bilden. Die vorſpringenden Ecken der Bollwerke, Raveline und anderen Außenwerken, werden mit Quaderſteinen aufgemauert, die abwechſelnd bald auf die eine, bald auf die andere Seite der Länge nach gelegt werden. Fehlte es an gehauenen Steinen, könnte man wohl auch, nach Müllers Rath, (Practical. part of fortificat.) eine Anzahl gewöhnlicher Mauerziegeln mit feſtbindendem Mörtel zuſammen kütten, um alsdann aus den dadurch gebildeten großen Steinen die erwähnten Ecken aufzumauern.

Bei Waſſergräben muß man, ſo weit die Futtermauer im Waſſer ſtehet, dem Kalk anſtatt des Sandes ſogenannten Traß, oder Pozzolan Erde, oder auch klar geſtoßenes Ziegelmehl beimiſchen, (S. Cement.) weil außerdem der Kalk durch das eindringende Waſſer losgeweicht werden, und die Mauer ihre Feſtigkeit verlieren würde. Eben ſo müſſen die am ſtärkſten gebrannten Ziegel ausgeſucht, und auf der äußern Seite der Futtermauern angewendet werden, weil ſie dem Verwittern nicht ſo leicht unterworfen ſind, als die nur wenig gebrannten. In Hinſicht des Ortes, wo die Futtermauern anzubringen ſind, ſehe man auch die Artikel Contreſcarpe, Bruſtwehr und Escarpe.

G.

Gallerien (galeries) ſind gemauerte und mit Schießlöchern für das kleine Gewehr verſehene Gänge zur Vertheidigung des Feſtungsgrabens und ähnlicher, eingeſchloſſener Räume. Sind ſie gegen das feindliche Stückfeuer gedeckt, darf man ihren Wänden keine größere Dicke geben, als 1 Fuß; dieſe Beſtimmung hängt jedoch auch mit von der Beſchaffenheit der obern Decke ab. Denn iſt dieſe bombenfeſt gewölbt, erfordert der Druck des Gewölbes auch eine größere Stärke der Widerlage. Dieſe Galeerien liegen häufig unter der Contrescarpe Fig. 115 .Tab. IX. und ihre Wand iſt mit Schießlöchern (Greneaux) durchbrochen, um auf den, im Graben befindlichen, Feind feuern zu können. Ihre Vertheidigung iſt jedoch nur ſcheinbar und auf einen plötzlichen Anfall berechnet; denn bei dem förmlichen Angriff kann der Feind nicht eher in den Graben kommen, um die Breſche

des Bollwerks und des halben Mondes zu ſtürmen, bis er die Futtermauern der Contrescarpen eingeſtürzt oder durchbrochen hat. Man ſiehet aber leicht, daß er dabei nothwendig auf die Gallerie treffen und ſich ihrer bemächtigen wird, ehe der Belagerte Zeit hat, von ihr Gebrauch zu machen. Der Belagerer ſetzt ſich nun in ihr feſt, und bedient ſich der Schießlöcher mit großem Vortheil zu Unterſtützung ſeines Ueberganges über den Graben.

Noch häufiger findet man die mit Schießlöchern verſehenen Gallerien unter der Contrescarpe und in der Kehle der Vorwerke (ſ. dies Wort), die einzeln außerhalb des bedeckten Weges liegen, und ſich daher ſehr oft, in Abſicht einer kräftigen Vertheidigung ſelbſt überlaſſen ſind. Auch hier leiſten ſie nicht das, was man ſich von ihnen verſpricht, und ihr Nutzen ſtehet mit den hohen Baukoſten ſolcher Anlagen durchaus in keinem Verhältniß.

Am zweckmäßigſten ſcheint die Anwendung der Vertheidigungsgallerien zu Unterhaltung der Verbindung als Caponieren (w. u. i.), die in der Richtung der Capitale über den Graben laufen. Nicht nur unnütz, ſondern ſchädlich ſind ſie unter der Krone des Glacis, wo ſie dem Feinde allezeit in die Hände fallen und ihm ein treffliches Schutzmittel zu ſeinen Logementern darbieten. Nicht viel beſſer ſind die Gallerien, welche unter den Bollwerks-Flanken der Horn- und Kronwerke zur Grabendefenſion augelegt werden, weil dieſer wegen der geringen Länge der äußern Polygon nicht von dem Walle beſtrichen werden kann. Sie können hier von dem feindlichen Geſchütz beſchoſſen werden, und ihr Einſturz ziehet nothwendig den der ganzen Flanke nach ſich.

Alle dergleichen Gallerien werden mehrentheils nur $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ Fuß breit und 6 Fuß hoch gemacht. Saint Paul aber will ihnen, wie den zu Breſt erbauten, $7\frac{1}{2}$ Fuß Breite und Höhe geben, weil dann 2 Glieder Infanteriſten darin ſtehen und feuern könnten, und weil bei den vorhin erwähnten Dimenſionen das Laden und Feuern nicht ohne einige Beſchwerlichkeit geſchehen könne. Iſt jedoch die Beſatzung mit trichterförmigen Zündlöchern und koniſchen Ladeſtöcken verſehen, läßt ſich die Ladung leicht und ſchnell verrichten, und es iſt völlig gleich, ob man der Gallerie die erſteren oder zweiten Dimenſionen giebt.

Die Schießlöcher kommen 3 Fuß von einander und 7 Fuß über der Erde, damit der Feind nicht von außen hineinfeuern kann. Inwendig müſſen ſie jedoch nur 4 Fuß über den Fußboden erhaben und nach den zu beſchießenden Punkten gerichtet ſeyn. Ihre Maaße und Einrichtung finden ſich Artik. Schießlöcher. Oben wird über jede 3 Schießlöcher a ein Rauchloch b Fig. 115. durch das Gewölbe herausgeführt, um

den von den Zündpfannen der Gewehre kommenden Rauch aufzunehmen.

Um die Gallerien Fuß für Fuß vertheidigen zu können, werden von Entfernung zu Entfernung in den Seitenwänden Einſchnitte angebracht, um Balken einſchieben und ſo die Gallerie gegen den vielleicht eingedrungenen Feind barrikadiren zu können. Man verſiehet ſie zu demſelben Zweck bisweilen mit Queermauern; allein dieſe verengen den Raum und hindern die Vertheidigung darin. Von den zu dem Gebrauch der Minen beſtimmten Gallerien wird weiter unten, Artik. Minengänge, gehandelt werden.

Gatterthore beſtehen aus einer 2 bis 3 Fuß tief in die Erde gegrabenen Grundſchwelle, in welche die beiden 12 Fuß hohen Ständer oder Pfoſten verzapfet ſind, daß ſie 9 bis 10 Fuß im Lichte aus einander ſtehen. Ein Queerriegel auf dem Horizonte dient zur ſtärkern Verbindung und als Schwelle der beiden Gatterflügel von Eichenholz, die durch Riegel und ſchräge Bänder zuſammengehalten werden und gut mit Eiſen beſchlagen ſind. Sie laufen unten in einer Pfanne und oben in einem Krageiſen. In dem einen Flügel wird zugleich gewöhnlich ein kleines Pförtchen angebracht, 3 Fuß breit, $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, um des Nachts die Patrouillen aus- und einlaſſen zu können.

Wenn es nicht an ſchicklichem Steinwerk fehlet, läßt man auch wohl die Gatterthore zwiſchen 2 ſteinernen Säulen, auf einer ebenfalls ſteinernen Schwelle laufen. Man bringt ſie übrigens an allen Ausgängen der Außenwerke und des bedeckten Weges an; die Ausgänge des Hauptwalles aber, oder die eigentlichen Thore, und die Poternen werden mit gewöhnlichen Thorflügeln verſchloſſen, die gegen das Anzünden und um das Einſchrauben der — größtentheils aus dem Gebrauch gekommenen — Petarden zu verhindern, mit ſtarkem Eiſenblech beſchlagen ſind.

Gazonnieren ſ. Raſenbekleidung.

Gebüſche dürfen ſich durchaus nicht in der Nähe einer Feſtung befinden, der eine Belagerung bevorſtehet. Sie müſſen daher bis auf 1500 Schritt vom Glacis rings herum weggeräumt werden. Alles davon erhaltene Holz wird in die Feſtung gebracht, um es dort zu Faſchinen und Schanzkörben verwenden zu können.

Gegenminen (Contre-mines) ſind beinahe das einzige ſichere Mittel, die ſchnellen Fortſchritte des Belagerers zu hem-

men. Seitdem der Gebrauch des Geſchützes ſich ſo ſehr vervollkommnet hat, daß in wenig Tagen das Feuer der Feſtungswerke zum Schweigen gebracht und ihr innerer Raum durch die hineingeworfenen Projectilen unbewohnbar gemacht wird, iſt der Belagerte faſt nur allein im Stande, durch die zweckmäßige Anlegung der Gegenminen den Fortgang der Laufgräben zu hindern. Nur wenn der Feind befürchten muß: daß ſich unter ſeinen Füßen ein Vulkan eröffnen werde, um ihn und ſeine Arbeiter zu verſchlingen, bleibt ihm kein anderes Mittel übrig, ſich zu ſichern, als ſelbſt in den Erdboden einzudringen, um hier ſeinen furchtbaren Gegner aufzuſuchen und ihn mit gleichen Waffen zu bekämpfen. Sein Fortſchreiten wird dadurch nothwendig langſam und unſicher. Er muß ſich unterirdiſche Gänge bereiten, in denen nur wenig Menſchen arbeiten können, und die daher ungleich mehr Zeit erfordern; während ſelbſt der kühnſte Freiwillige ſchon bei dem bloßen Namen der Gegenminen zittert und ſich und ſeine Kameraden in der Luft herum fliegen ſiehet. Nichts iſt daher geſchickter, den Angriff einer Feſtung zu erſchweren und ihre Eroberung zu verzögern, als zweckmäßig angelegte Gegenminen, die unter allen Umſtänden die Verheidigungsfähigkeit einer Feſtung erhöhen, ohne — gleich den ältern Minenſyſtemen — einen ungeheuren Aufwand zu erheiſchen, und dennoch durch den verbeſſerten unterirdiſchen Angriff (S. Couronnement.) faſt mit einem Schlage in die Hand des Feindes zu fallen.

Als allgemeinen Grundſatz bei Anlegung der Gegenminen ſetzt Gillot feſt: daß die Gallerien ſich nicht zu weit unter das Glacis erſtrecken dürfen, ſondern eben ſo gut von dem Werke, zu deſſen Verſtärkung ſie dienen, vertheidigt werden müſſen, daß demnach ihre Hauptſtärke von der Nothwendigkeit abhängt, in welche ſich der Belagerer verſetzt ſieht, langſam und mit Vorſicht unter der Erde vorzugehen, um ſich über derſelben dem überlegenen und flankirenden Feuer der Feſtungswerke zu entziehen. Hieraus folgt: daß vorzüglich im Graben, am Fuß und unter den Trümmern der Breſche, alle Hülfsmittel des Minenkrieges aufgeboten werden müſſen, den Belagerer aufzuhalten, der ſich an dieſem ſo ſehr beſchränkten Punkte zu einem — nur auf die gewöhnliche langſame Weiſe zu führenden — Frontenangriffe gezwungen ſieht.

Wie bei der Anlegung der Feſtungswerke, ſo auch bei dem Entwurf der Gegenminen iſt zuvörderſt die Art des feindlichen Angriffs feſtzuſetzen, um die Anordnung der Vertheidigungsmittel darauf zu gründen. Nun kann der Feind im allgemeinen entweder mit der flüchtigen Sappe über das Glacis vorgehen und in derſelben eine Anzahl Brunnen abteufen; oder er kann eine vierte Parallele von den Capitalen der Bollwerke nach

dem vorſpringenden Winkel des Ravelins führen, und von hier aus in der Nacht den Waffenplatz dieſes hervorſpringenden Winkels ſtürmen. Beides iſt nur auf drei verſchiedene Arten ausführbar: 1) Indem man aus dem Ende der Vierte Parallele vor und mit einer Sappe CD queer über das Glacis hinweggehet, oder indem man 2) die Sappe AB Fig. 115. gerade nach den Waffenplatz führet; oder 3) ſie außerhalb des letztern nach der Traverſe EG laufen läßt. In allen drei Fälle iſt man gegen die Spitze des Auſſenwerkes H gedeckt. Gegen dieſe Logementer nun legt Gillot 4 mit der Capitale gleichlaufende Horchgänge (w. n. i.), 60 Fuß von einander, die auf einen Queergang unter dem Waffenplatze ſtoßen und aus jenem durch 2 gebogene Gallerien mit dem Graben in Verbindung ſtehen. Beide Flanken der Anlage ſind mit Kammern F verſehen, die in dem Augenblicke geladen werden, wo der Feind ſeine vierte Parallele anleget, um ſie nach und nach, zu zweien, zu ſprengen, wenn er mit der Sappe CD der Capitale zu nahe kommen ſollte. Mit der Exploſion dieſer Kammern werden kleine Ausfälle verbunden, welche über die feindlichen Arbeiter herfallen und geladene Bomben in die vielleicht angefangenen Minenbrunnen werfen, um ſie zu zerſtören.

Die Horchgänge ee liegen 21 bis 24 Fuß, die von ihnen ausgehenden Rameaux aber nur 9 Fuß unter dem Glacis, um den feindlichen Mineur gleich bei dem Anfange ſeiner Arbeit behorchen zu können. Der Zweck dieſer Minen iſt übrigens keineswegs: die feindlichen Logementer in die Luft zu ſprengen oder überhaupt große Wirkungen hervorzubringen; ſondern blos den Feind durch eine große Menge Quetſcher (S. Dampfminen) zu hindern und die Vollendung ſeiner Brunnen zu verzögern. Die Sappen AB und EG ſind eben ſo der Wirkung dreier Minenkammern ausgeſetzt, während deren Spiele man Zeit gewinnt, unter dem Waffenplatze neue Fladderminen anzulegen.

Um den Belagerer zu hindern, die Waffenplätze der eingehenden Winkel ruhig zu couroniren und die Minenanlage unter dem bedeckten Wege vor dem Bollwerke M zu umgehen, ſind jene mit 3 Horchgängen xyz verſehen worden.

Unter dem Graben und Wallgange der Werke (Fig. 115. und 116.) iſt die vorderſte Reihe Minenkammern hh beſtimmt, den Fuß der Breſche zu ſprengen und die letztere ſteiler zu machen. Sie kann nach Beſchaffenheit der Umſtände einzeln oder zu zweien ſpringen. Eine zweite Reihe Kammern unter dem Wallgange des Ravelins ſoll die feindlichen Logementer zerſtören, und die ihm zur Errichtung der Breſchebatterien gegen das Reduit nöthige Erde rauben. Zu den Rameaux dieſer Kammern führt ein, längs der Contreſcarpe des Reduits hinlaufender

Gang; und eine, der vorhergehenden ähnliche, Einrichtung U, mm vertheidigt das Reduit, deſſen Inneres ein weites, von mehreren Gängen umſchloſſenes Gewölbe enthält, das zu dem wiederholten Sprengen dieſes Raumes Gelegenheit giebt.

Der Lauf der Minengänge unter den Bollwerken ändert ſich, obgleich im Ganzen dem Ravelin ähnlich, durch die Beſchaffenheit der Abſchnitte ab. Wird dieſer nach Cormontaigne durch einen Kavalier gebildet, bedarf es bloß einer Gallerie nn an der Contreſcarpe, zu der man durch zwei Gänge o.o. kommt, und aus der man nachher die nöthigen Rameaux zu 2 Reihen Minenkammern vortreibet. Am Fuße des Kavaliers bedarf es keiner Minenanlage, weil die Vertheidigung mit Errichtung der Breſchbatterien gegen den Kavalier ein Ende hat.

Beſtehet aber der Abſchnitt des Bollwerks aus einer Zange, ſo kommt die Gallerie unter den Wallgang qpp und qr, um die Breſchbatterien gegen den Abſchnitt in die Luft zu ſprengen. In dem Falle eines zweiten Abſchnittes müßte auch ein Minengang unter der Escarpe des erſten liegen ss, zur Verbindung der Horchgänge rr vermittelſt der Gallerie sy, um Minen am Fuße des erſten Abſchnitts anlegen zu können. Andere abgeſonderte Gänge yt ſind beſtimmt, die Feſtſetzung des Feindes im erſten Abſchnitte zu hindern.

Dieſes Minenſyſtem empfiehlt ſich durch ſeine große Einfachheit und durch die daraus entſpringende Verringerung des immer bedeutenden Aufwandes, welchen die Anlegung und Unterhaltung der vielen gewölbten Gänge erfordert. Bei weitem der größere Theil aller andern frühern Minenſyſteme wird durch dieſen Aufwand (der bloß bei einer Lünette in Metz gegen 180,000 Thlr. betrug), und durch die ungeheure Pulvermenge, welche ſein Gebrauch während der Belagerung erfordert, unausführbar. Es wird daher hinreichend ſeyn, die von andern vorgeſchlagenen Einrichtungen der Gegenminen im Allgemeinen darzuſtellen, nachdem vorher einige Regeln in Hinſicht ihrer Anlegung überhaupt gegeben worden ſind.

1) Obgleich Rugy es für vortheilhaft hält, mit den Horchgängen der Gegenminen in der Verlängerung der Façen bis unter die zweite Parallele vorzugehen, haben ſich doch alle andere, wie Valliere, Goulon, Delorme, Belidor mit Recht auf die Breite des Glacis beſchränkt. Denn, nächſt dem, daß die ſo weit in das Feld getriebenen Gallerien ungeheure Summen koſten würden, könnte der Feind, wenn ſie nicht durch andere, eben ſo koſtbare Anlagen unterſtützt werden, ſchnell mit der flüchtigen Sappe über ſie hingehen, die erſte Reihe Minenkammern abſchneiden, und die auf ſie gewendeten Koſten unnütz machen.

2) Die Einfaſſungs-Gallerien (S. dies Wort) die-

nen durchaus nicht zu Verſtärkung der Minenvertheidigung; ſie bieten den überladenen Minen des Feindes ihre Seitenfläche dar, und werden auf eine um ſo größere Strecke von ihnen zerſtöret; auch können ſie von der vierten Parallele aus durch abgeſenkte Brunnen leicht von dem Feinde eingedrückt werden. Sie gewähren daher keine Vortheile, und die Baukoſten ſind bei ihnen verloren.

3) Um die Spitze der feindlichen Sappen auf den Capitalen des Glacis zu zerſtören, kann man entweder die Horchgänge unter die Capitalen ſelbſt legen oder auch ſie außerhalb der Kammern parallel mit jenen laufen laſſen. In dem letztern Falle gewähren ſie den weſentlichen Vortheil eines durchaus freien Luftzuges, weil hier die Gallerien mehrere Ausgänge nach dem Graben haben. Man kann ſie daher auch nach Willkühr verlängern, und den unterirdiſchen Krieg beginnen, ſobald man es für gut findet; zugleich können ſie ſo weit von der Capitale abliegen, als es nur die Anlage dreier Stockwerke Minenkammern erfordert. Endlich bleibt man bei dem Springen der Minen immer Meiſter der Gallerie, in der der Rauch durch den ſcharfen Luftzug bald vertrieben wird. Ein Nachtheil iſt jedoch im Stande, alle jene Vortheile zu vernichten! Der, daß bei dieſer Anlage die Horchgänge ſich außerhalb der zugehörigen Minenkammern befinden und daher dem Angriffe des feindlichen Minirers blos geſtellet ſind. Er mag nun ihre Richtung kennen oder nicht, er wird ſich wohl hüten, zwiſchen die Horchgänge hinein zu gehen; er wird vielmehr über ihnen eine doppelte Sappe vortreiben, um ſie durch ſeine Minirer zerſtören zu laſſen. Dieſes zu thun kann ihn aber Nichts hindern, weil entweder das Geſchütz der Feſtung ſchon durch die Rikoſchetbatterien vernichtet iſt, oder weil man in einem andern Falle mit einer doppelten und tief genug geführten Sappe dennoch weit weniger zu fürchten hat, wenn man ſich 40 bis 50 Fuß von der Capitale entfernt, als wenn man den unterminirten Raum durchläuft. Liegen die Horchgänge unmittelbar unter der Capitale, haben ſie zwar den Nachtheil, daß man nie einen freien Luftzug in dieſer Gallerie hervorbringen kann, ſondern ſich zu Vertreibung des Rauches jederzeit des Ventilators bedienen muß. Man iſt aber deshalb auch nicht im Stande, den unterirdiſchen Angriff über 200 bis 250 Schritt vor dem ausſpringenden Winkel anzufangen, und kann eben wegen dieſer geringen Entfernung nie mehr als eine oder höchſtens zwei Anlagen von Minenkammern machen. Allein, dieſe Gallerien haben den großen Vortheil, daß der Feind ihnen auf keine Weiſe zu nahe kommen kann, ohne der Wirkung der vor ihnen liegenden Minenkammern ausgeſetzt zu ſeyn. Die Lage der Gallerie unter der Capitale iſt daher der erſtern weit vorzuziehen, und wollte man eine

eine weiter vorſpringende Minenanlage haben — zu deren jeder, unter allen Umſtänden, ein beſonderer Verbindungsgang führen muß — wegen der man zwei beſondere Gallerien aus dem Graben vortreiben müßte; kann man ſie ganz nahe zuſammen rükken, ja ſie ſogar auf einer gemeinſchaftlichen Widerlage wölben. Sie würden in dieſem Falle einen freien Zug bekommen, und alle Vortheile der parallelen Gallerien beſitzen, ohne ihren Nachtheilen unterworfen zu ſeyn.

4) Bei allen Nachtheilen der Gallerien an der Contreſcarpe iſt dies doch der einzige Ort, von wo man ungehindert ausgehen kann, um die Breſchbatterien auf dem Glacis oder im bedeckten Wege zu zerſtören. (S. Erdgarbe.) Denn liegt ſie weiter vorwärts: unter dem Wallgange, oder unter dem Auftritte des bedeckten Weges; geſtattet ſie wegen ihrer Nähe an dem zu ſprengenden Punkte keine weitläuftige Anlage der Minenkammern. Und bemächtiget ſich auch der Feind ihrer, geſchiehet dies dennoch nicht eher, als bis ſie für den Belagerten von keinem Nutzen mehr iſt. Weit vortheilhafter würden jedoch die Baukoſten dieſer Gallerie auf eine Defenſivkaſematte in den Façen gewendet, aus der man die Anlegung der fürchterlichen Breſchbatterien weit beſſer und kräftiger hindern kann, und die zuletzt noch immer als Minengänge dienen, um die Trümmer der Breſche in die Luft zu ſprengen.

5) Da man bei dem wirklichen Ausbruche eines Krieges und einer bevorſtehenden Belagerung nur ſelten Zeit und Mittel hat: Minenanlagen auszuführen; muß dies immer in Abſicht der Haupt- und Verbindungsgänge entweder gleich bei Erbauung der Feſtung, oder wenigſtens während des Friedens geſchehen. Die kleineren (ſogenannten halben Gallerien) und Rameaux können zwar, um ihre Richtung beſſer zu verheimlichen, erſt bei Anfang des Krieges getrieben werden; jedoch auch dies muß zu einer Zeit geſchehen, wo der Feind noch nicht in der Nähe iſt. Wollte man mit dieſer Arbeit ſo lange anſtehen, bis er wirklich die Belagerung begonnen hat, wird ſein Minirer entweder zeitig genug ſeine Gallerie anfangen, und die Minenanlagen der Feſtung durch ſeine Ueberladene Minen zerſtören, oder er wird mit den Spitzen ſeiner Sappe ſchneller vorgehen, als man unter der Erde fertig werden kann, ſo daß die hinter ihm ſpringende Mine nun eine weit geringere Wirkung thut, als wenn dieſe letztere vor ſeiner Fronte erfolget. Man iſt endlich nicht im Stande: ſeine Minenvertheidigung nach einem feſten Entwurf zu führen. Durch die Arbeiten des Feindes gedrängt, oft irre geleitet, geſchiehet dieſe Vertheidigung ſtückweiſe, und bei weitem nicht mit dem Erfolg, als wenn man den ankommenden Feind feſten Fußes erwartet, jeden ſeiner un-

ſichern Schritte belauert, und ihm zuvorkommt oder ihn überraſcht. —

Die Gegenminen der frühern Zeit beſchränkten ſich darauf: dem Belagerer unter der Futtermauer entgegen zu gehen und ihn in ſeiner Gallerie ſelbſt anzugreifen. Man zog zu dem Ende eine Einfaſſungsgallerie rings um die Feſtung: anfangs in der Futtermauer ſelbſt, ſpäterhin aber hinter derſelben, queer durch die Strebepfeiler oder auch wohl noch weiter rückwärts. Weil jedoch bei dieſer Anlage der Belagerte allezeit genöthiget war: ruhig die Ankuft des feindlichen Minirers zu erwarten; fing man endlich an, Minengänge unter das Glacis zu legen, aus denen man ſeitwärts einige Horchgänge abtrieb, die man nachher durch eine Gallerie an der Contrescarpe verband, um ſich der Anlegung der Breſchbatterien von hier aus entgegen ſetzen zu können.

Goulon ſcheint die Anlegung der Gegenminen zuerſt in ein Syſtem gebracht zu haben, das aus 3 Einfaſſungsgallerien beſtehet: eine dicht hinter der Futtermauer des Hauptwalles, die zweite unter dem Graben, und die dritte unter dem bedeckten Wege. Sie werden durch Zwiſchengallerien verbunden und aus der letztern gehen mehrere Horchgänge vor bis an den Fuß des Glacis.

Auch Megrigny gründet ſeine Minenanlage auf 3 Einfaſſungsgallerien: eine unter dem Glacis, eine zweite an der Futtermauer der Contreſcarpe, und die dritte unter dem Hauptwalle, hinter der in dem vollen Bollwerke noch ein zweiter und dritter Hauptgang herumgehet. Fig. 116. Tab. X. Eine große Anzahl Horchgänge laufen unter der Capitale und unter den Einſchnitten des bedeckten Weges bis auf 200 Fuß vor, und dienen zu Anlegung mehrerer Syſteme in Minenkammern, um die feindlichen Arbeiten zu zerſtören. Nach dieſem Syſteme ſind die Gegenminen der Citadelle von Tournay angelegt, zu denen man durch Einfahrten unter dem Hauptwalle und durch, in der Kehle der Raveline angebrachte Thore gelangt. Wahrſcheinlich iſt auch die Anlage der Minen unter den vorliegenden Werken von Luxenburg und Maſtricht dieſer ähnlich, die den Vortheil bezweckt: durch die ſtärkere Vertheidigung des bedeckten Weges vor dem Bollwerke den Feind zum beſondern Angriff der Raveline zu nöthigen, deren Inneres durchaus mit Gegenminen angefüllet iſt.

Noch weiter in das Feld, und über die Breite des Glacis hinaus erſtreckten ſich die von Delorme angegebenen Minengänge, wie ſie zum Theil unter dem Glacis der Lünette vor dem linken Flügel des doppelten Kronwerkes zu Metz ausgeführet ſind. Fig. 117. Ein Theil dieſer Gänge iſt mit den Linien des bedeckten Weges gleichlaufend, und wird von andern

rechtwinklich durchſchnitten, daß viereckige Räume entſtehen, von denen dieſe Anlagen den Namen der Systèmes à Cases bekamen. Wirklich ſind dieſe Räume ſehr vortheilhaft, dem Feinde tauſend Hinderniſſe zu bereiten, wenn er ſich vermittelſt der Globes de Compression einen Weg bahnen will. Allein ſie erfordern eine faſt ungeheure Länge, und können, wegen des dadurch verurſachten Aufwandes, nur ſelten angewendet werden; während die neuern Fortſchritte der Minirkunſt dem Belagerer Gelegenheit geben, durch Unterlaſſung der Verdämmung dieſe ganze weitläuftige Anlage ſchnell genug zu vernichten. (S. Minenkrieg.) Wollte er ſie hingegen auf die gewöhnliche Art durch ſtark geladene Minen angreifen, würde er vielleicht genöthiget ſeyn: ſich 40 bis 50 Tage damit aufzuhalten, wie auch ſchon Bousmard bemerkt hat.

Eben ſo wie Delorme legt auch Cormontaigne eine doppelte Einfaſſungsgallerie vor die Contreſcarpe, deren hintere unter dem Auftritt des bedeckten Weges und 6 Fuß tiefer als die Grabenſohle liegt, damit der feindliche Minirer über ſie hinweggehet, wenn er den Gang zu dem Nebengange über dem Graben abſenket. Die Verbindungsgänge ee Fig. 118. liegen hier nicht unter der Capitale, ſondern neben derſelben, und aus der äußern Einfaſſungsgallerie ſind häufige Horchgänge in das Feld hinausgetrieben.

Um ſich der Anlegung der Breſchbatterien mit mehr Nachdruck entgegen ſetzen zu können, hat Valière der Aeltere zuerſt die Gegenminen in drei Stockwerke geordnet (S. dieſes Wort) und glaubt dadurch Einen und ebendenſelben Punkt bis auf zehn- und mehreremale in die Luft ſprengen zu können. Dieſes Syſtem gründet ſich ebenfalls auf 3 Einfaſſungsgallerieen: 1) unter dem bedeckten Wege; 2) unter dem Glacis, und 3) vorwärts deſſelben.

Rugy, unter deſſen Leitung zu Anfang der Revolution die Minirſchule zu Verdun ſtand, hat hier ein anderes Minenſyſtem ausführen laſſen, das ſich beſonders durch zwei Eigenheiten auszeichnet: die ſtarke Anlage zu Vertheidigung des vorgehenden Winkels des bedeckten Weges, die ihr Erfinder eine Girandole nennt, Fig. 119; und dann die bis unter die Rikoſchetbatterieen in das Feld hinaus getriebenen Gallerieen. Außer den großen Baukoſten, welche dieſes weitläuftige Minengewebe erfordert, iſt nicht wohl abzuſehen: durch welche Mittel man den ſo langen Horchgängen friſche Luft zu verſchaffen im Stande iſt? Eben ſo wie viele Kriegsbaumeiſter nur durch eine zahlloſe Menge vor und neben einander liegender Außenwerke und auf einander gethürmter Batterien ihren Feſtungen eine beſondere Stärke zu geben glauben, haben auch die Urheber der verſchiedenen Minenſyſteme gewöhnlich weder auf die ungeheure Ar-

beit und den Aufwand Rückſicht genommen, welche die Anlegung derſelben erfordert, noch auch bedacht: daß ſich nur äußerſt ſelten in einer Feſtung die zum wirklichen Gebrauch der Gegenminen nöthige Pulvermenge finden wird. Schon Cormontaigne macht ſelbſt die Bemerkung: daß ein Polygon nebſt den beiden nebenliegenden (wie das Kronwerk zu Metz) eine Anlage von 400 Minenkammern enthalte, und bei 25 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie 600,000 Pfund Pulver, ſo wie zu Aufführung der Arbeiten über 400 Minirer und 1200 Handlanger erfordern würde. Hieraus folgt: daß man bei dem Entwurf zu den Gegenminen allezeit die vorhandene Pulvermenge zum Grunde legen muß, um nicht Geld und Arbeit vergebens zu verſchwenden. Befänden ſich nun in einem Sechseck 4500 Ctnr. Pulver, wovon man den dritten Theil, oder 1500 Ctnr., für den Gebrauch der Minen beſtimmen kann, ſo wird man ſich mit dem erwähnten Verf. auf eine dreifache Reihe Minen beſchränken müſſen, deren oberer Theil bloß aus eingegrabenen Bomben und kleinen Fladderminen beſtehet. Wenn man die Zahl und Ladung der zu dieſer Anlage gehörenden Minen berechnet, findet man

für 46 Minen der erſten Reihe von 30 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie zu 2700 Pfund	124200 Pfund,
für die 92 Minen der zweiten Reihe von 15 Fuß k. W. L. zu 300 Pfund jede	27000 —
	151200 Pfund.

Wo demnach ſchon für die Fladderminen der dritten Reihe unter der vorerwähnten Annahme Nichts bleibet.

Mouzé, ſo ſehr viele Vortheile auch ſeine Minenanlage darbietet, iſt ebenfalls an dieſer Klippe geſcheitert, wie ſich bei näherer Beleuchtung derſelben ſogleich zeiget.

Von dem richtigen Erfahrungsſatz ausgehend: daß die Globes de Compression den Gallerien nur wenig Schaden zufügen, die in gerader Richtung auf ſie zulaufen, führet er ſeine Horchgänge ſowohl als die Rameaux auf dieſe Weiſe von der dichte an der Contreſcarpe liegenden Einfaſſungsgallerie vor. Fig. 120. Tab. XI. Vor jeder Queergallerie ef und gh, wo die letztere 60 Fuß vor dem ausſpringenden Winkel liegt, und gegen 240 Fuß lang iſt, befindet ſich eine dreifache Reihe Kammern, um den aus ſeiner dritten Parallele vorgehenden Feind zu empfangen. Die erſte Reihe liegt 10 Fuß, die zweite 14 Fuß und die dritte 18 Fuß tief, und jede iſt ſo geordnet, daß ſie die Gallerien ef und gh ſowohl, als die zu denſelben führenden Horchgänge zerſtören.

In den Gallerien ef und gh ſind Brunnen abgeteufet, p. 6 Fuß tief und 25 Fuß mit ihrer Mitte auseinander. Aus

ihnen gehen, mit der Capitale gleich laufende, Horchgänge vor, die ſich noch 30 und mehr Fuß vor die äußerſten Minenkammern erſtrecken, damit nicht der Feind vielleicht in ſeiner dritten Parallele einen 15 Fuß tiefen Brunnen abſenket, und dann fallend mit einem Rameau noch 12 Fuß tiefer gehet, wodurch er eben ſo tief unter die erſte Gegenmine kommen und durch ſeine Druckkugel ohnfehlbar die ganze Anlage vernichten würde.

Es iſt klar: daß dem Feinde durch eine ſo verſtändige Stellung der Horchgänge und Rameaux die Möglichkeit geraubt wird, unter ſie zu gelangen, und das ganze Syſtem anders, als von vorne an zu greifen. Da überdem die Horchgänge um 25 Fuß aus einander liegen, wird der feindliche Minirer ſogleich gehöret, und der Belagerte kann ihm überall mit einem Quetſcher (Camonflet) entgegengehen, und ſeine Arbeit dreimal hinter einander zerſtören. Unter den Stellen der feindlichen Breſchbatterieen und Logementer befinden ſich zwei neue Reihen Minenkammern; andere liegen am Fuß der Breſche und in dem Innern der Werke, um dem Feinde nirgends auch nur Einen Schritt breit Raum zu laſſen, der nicht durchaus umgeſtürzt und von Pulverdampf durchdrungen und verpeſtet wäre.

Der General Marescot ſetzt bei ſeiner Minenanlage feſt: „daß die Gegenminen ſich ſo weit als möglich in das Feld hin„aus erſtrecken und mit ihren zahlreichen Aeſten das ganze Ter„rain des Angriffes einnehmen, um den Belagerer ſchon von wei„tem zu bekämpfen, länger aufzuhalten und jeden ſeiner Schrit„te, ſowohl über als unter der Erde, zu hindern; daß ferner „keine Gallerie mit den Umriſſen der Feſtung gleichlaufend ſey, „um nicht ſo leicht von den feindlichen Minen eingedrückt zu „werden, wenn ſie ihnen die Flanke darbietet, vielmehr ſollen „alle Gegenminen gerade vorwärts und in von den Feſtungs„werken der Länge nach beſtrichenen Richtungen auslaufen, und „zugleich durch letztere in allen Gallerien ein völlig freier Luft„zug ſtatt finden.“

Indem er annimmt: daß die Feſtung Futtermauern mit überwölbten Strebepfeilern hat, entbehrt M. die Einfaſſungsgallerien, weil ſeine Horchgänge in die erwähnte Kaſematte E. Fig. 121. ausgehn. Sie erſtrecken ſich bis auf 120 Fuß vor dem Fuß des Glaçis, und haben alle ihre Richtung nach dem vorſpringenden Winkel des Werkes AG. Ihre Entfernung beträgt vorne 60 Fuß; in gleicher Entfernung rückwärts theilen ſie ſich in die Verbindungsgänge BC, ſo daß die Verlängerung derſelben auf das dahinter liegende Werk trifft und ſie bei C und D ſehr ſpitze Winkel bilden.

Das Gewebe T vor der Bollwerksſpitze beruhet auf denſelben Grundſätzen, wie die Anlage X vor dem Ravelin. Andere kleinere Anlagen V und Y ſind zu Verbindung des Hauptgewe-

des beſtimmt, um im Nothfall mit geringer Mühe eine allgemeine Verbindung zu bewirken. Ein auf dieſe Weiſe minirtes Polygon wird ungefähr 6000 bis 7000 Fuß Gallerien erfordern, das im Vergleich mit dem vorher beſchriebenen ältern Minenſyſtemen ſehr wenig iſt. Die Kammern werden 30 Fuß von einander in gleichlaufenden Reihen, auf die Linien AB und CD geleget. Man kommt zu ihnen durch Rameaux, die von verſchiedenen Hauptgängen auslaufen, wie die Rameaux e f und g f. Jene gehen aus den Kaſematten ſanft abwärts, bis auf 30 oder 36 Fuß unter die Erdfläche, je nachdem es die mehr oder weniger trockene Beſchaffenheit des Erdbodens erlaubt, und es durch die Hauptanlage des Minenſyſtems gefordert wird. Sowohl um ſich in den Gallerien barrikadiren zu können, als zu Beförderung des Verdämmens, ſind Einſchnitte in den Seitenwänden angebracht, mit denen man in Hinſicht der Vertheidigung noch 7 bis 9 tiefe Brunnen verbinden kann, die ſo lange mit Dielen bedeckt bleiben, bis man ihrer nöthig hat.

Bei allen dieſen Anlagen von Gegenminen iſt ein dazu ſchickliches, trockenes Terrain vorausgeſetzt worden, in welchem man bis auf 30 Fuß tief ungehindert ſeine Minengänge treiben kann. Hier hat der Belagerer und der Belagerte gleichen Vortheil; könnte aber der letztere ſeine Gallerien durch einen von Waſſer durchdrungenen Boden führen, würde ihm nothwendig der Belagerer hier nicht folgen können, weil es ihm an Mitteln fehlt, ſeine Brunnen und Gänge von dem eindringenden Waſſer zu befreien. Herr Dubuat, ein franzöſiſcher Ingenieur, hat ein Mittel zu einer ſolchen Minenvertheidigung vorgeſchlagen, das, die allerdings bedeutenden Baukoſten abgerechnet, zu ſinnreich iſt, um ganz der Vergeſſenheit geweihet zu werden. Wenn auch jene Koſten ſeine Anwendung im Großen verbieten, würde es doch mit einigen Modificationen zur Vertheidigung der Contrescarpe und der Breſche bei einem Waſſergraben brauchbar ſeyn; würde den Feind nicht wenig überraſchen, wenn er in dem Waſſer ſelbſt ſeine Faſchinendämme und Uebergangsmittel durch das unterirdiſche Feuer vernichtet ſähe. Eine ſo ganz ungewöhnliche Vertheidigungsart würde auch eine neue Angriffsweiſe fordern, und der für den Feind daraus entſtehende Zeitverluſt würde den Aufwand der waſſerdicht gemauerten Minengänge unbezweifelt aufwiegen. Nach Dubuat's Vorſchlag jedoch unter dieſen Umſtänden die Horchgänge bis auf 400 Schritt in das Feld vorzutreiben, iſt durchaus unausführbar; um ſo mehr, als man dadurch dem Feinde Gelegenheit gäbe, die Minenanlage früh genug zu entdecken und vermittelſt der Angriffsminen ohne Verdämmung zu zerſtören.

Die ganze Anlage beruhet auf der Möglichkeit: in einem Boden, wo man bei 10 bis 16 Fuß Tiefe auf den Waſſerhori=

zont trifft, ſeine Minengänge ſo tief zu führen, daß der obere Theil dieſes Gewölbes noch 2 Fuß unter dem Waſſer liegt. Dubuat leget zu dem Ende die Sohle ſeiner Gallerie auf einen Fußboden von eichenen Dielen ee, 10 Zoll ſtark, dem 2 Balken dd von 12 Zoll ins Gevierte zur Unterlage dienen. Die Sohle ſelbſt beſtehet aus 3 Ziegeln über einander, und eben ſo ſtark ſind die Widerlagen, nur daß hier die Ziegel der Länge nach genommen werden. Alles wird mit gutem Cementmörtel gemauert, und ſobald der Waſſerhorizont nicht zu tief unter der Erdoberfläche iſt, werden die Gänge von oben herein gemauert, weil dadurch die Arbeit, vorzüglich das Ausſchöpfen des Waſſers, weniger Schwierigkeiten macht. Tab. XI. Fig. 122.

Von 60 zu 60 Fuß laufen von den Hauptgängen A die Rameaux B ab, die ſich mit einem ſenkrecht bis über den Waſſerſpiegel des Grabens ſteigenden Schacht O endigen. Dieſer iſt mit einem Gewölbe bedeckt, das 2 Fuß über dem Waſſerſpiegel 4 Ausgänge hat, damit von hier aus der Minirer in einer verſchiedenen Richtung vorgehen und ſeine Kammern überall hin legen kann, wo es die Umſtände erheiſchen. Weil jedoch dieſer Schacht der Oberfläche der Erde nahe lieget und daher von den feindlichen Minirern aufgefunden werden kann, ſo ſind kleine Kammern F zu 50 bis 60 Pfund Pulver darin angebracht, um ihn zu ſeiner Zeit vernichten zu können, nachdem man die weiter zurück liegende Gallerie mit Holz und Miſt verdammet hat. Das ſich mit Heftigkeit in den geſprengten Rameau ſtürzende Waſſer wird ihn ſogleich erfüllen und den Feind hindern, ſich ſeiner zu bedienen. Jeder laufende Mètre (3,079 Fuß) der 18 Fuß tief liegenden Gallerie, erfordert eine Ausgrabung von 2627 Würfelfuß; 193,5 Würfelfuß waſſerdichtes Mauerwerk und 291 Würfelfuß Eichenholz.

Bei allen Minenanlagen iſt übrigens darauf zu ſehen: daß 1) ein durch ſie verſtärktes Werk nicht vielleicht mit einem raſchen Anfall genommen und dadurch die ganze Anlage unnütz gemacht werden kann; 2) muß es genugſame Widerſtandsfähigkeit beſitzen, damit man Zeit hat, die Zurüſtung der Kammern zu vollenden, ehe der Feind bis in den Wirkungskreis derſelben gelangen kann; 3) darf es in der Feſtung nicht an den Erforderniſſen zum Gebrauche der Gegenminen fehlen, an Pulver, Holz, Minirgeräthe u. ſ. w. 4) Man kann demnach im Allgemeinen die Gegenminen nur dann anwenden, wenn bei einer Feſtung die Seite des Angriffes beſtimmt iſt; weil es unmöglich ſeyn würde, mehr als höchſtens 3 Polygone damit zu verſehen. Sie aber erſt nach Eröffnung der Tranſcheen anzulegen, die Rameaux zu treiben u. ſ. w., iſt aus Mangel an Zeit nicht möglich. Was nun den Bau der Gegenminen ſelbſt anlanget, ſehe man Abteufen, Ausmauern und Minengänge.

Gekuppelte Kanonen (pièces accolées) nennt der bekannte Marq. v. Montalembert die Einrichtung: wo die Direktionslinien zweier Scharten nur 12 Fuß aus einander liegen, ſo daß jedes Paar Kanonen auf dieſe Weiſe durch eine Traverſe gedeckt werden kann. Fig. 123. Tab. XII. Allein, nur die von M. angegebene Einrichtung der Wall- und Kaſemattenlaffeten erlaubt die Anwendung der gekuppelten Kanonen; bei andern breitern Laffetten würden ſie zu nahe zuſammen kommen.

Gemeinſchaft S. Verbindung der Werke.

Génie S. Ingenieur.

Genouillère die Brüſtung der Schießſcharten, oder die Höhe von der Erde bis an die Sohle der Scharten, welche gewöhnlich zu 3 bis 4 Fuß angenommen wird, nach Verſchiedenheit des Kalibers der Geſchütze und der Höhe der Laffete.

Gerbe de terre S. Erdgarbe.

Geſichtslinie S. Façe.

Geſchütz (l'artillerie) iſt anerkannt das vornehmſte und wirkſamſte Vertheidigungsmittel der Feſtungen. Nur durch ſeinen zweckmäßigen Gebrauch werden die Vorſchritte des Feindes gehindert und vielleicht manche ſeiner Unternehmungen vereitelt. Es iſt daher eine unerläßliche Bedingung eines jeden Vertheidigungsentwurfes: die Feſtung mit einer hinreichenden, der Größe, Lage und Einrichtung der Werke angemeſſenen Menge Geſchütz, nebſt zugehöriger Munition zu verſorgen. (Man ſehe hierüber Artik. Ausrüſtung im erſten Theile.)

Es kommt vorzüglich auf den zweckmäßigen Gebrauch des Geſchützes gegen alle die verſchiedenen Punkte und Stellungen an, welche der Feind im Laufe der Belagerung nach und nach zu nehmen genöthiget iſt; dieſe Punkte aber ſind die Parallelen und erſten Batterien, die Spitzen der Sappen, die Laufgräbenkatzen, die Logementer im bedeckten Wege, die Breſchbatterien, der Uebergang über den Graben und die Breſche. Gegen ſie muß der Belagerte die ganze Kraft ſeines Feuers wenden, um die Belagerer auf jedem derſelben länger feſt zu halten, als ſie bei einem ſchwächeren Widerſtande ſich daſelbſt verweilen würden.

Wäre es möglich: den Feind weſentlich an der Eröffnung der Laufgräben und an dem Bau der Rikoſchetbatterien zu hindern, würde dadurch für die längere Dauer des Widerſtandes ſehr viel gethan. Auf dieſe Entfernung aber — die nie unter 800, und wohl öfters über 2000 Schritt beträgt — ſind die Schüſſe

zu ungewiß, um einigen Erfolg von ihnen erwarten zu dürfen. Ja, die Ungewißheit der Schüſſe iſt noch bei der zweiten Parallele merklich, und nur erſt gegen die folgenden Sappenarbeiten, die dritte Parallele, und die Breſchbatterie läßt ſich das Feſtungsgeſchütz mit gehöriger Wirkſamkeit gebrauchen. Auf dieſen, in der Natur der Sache ſelbſt gegründeten Satz, muß die Aufſtellung und die Bedienung des Geſchützes beruhen, wenn man ſeine Munition nicht vergebens verſchießen, und ſich vielleicht in der letzten Periode der Belagerung, als dem entſcheidenden Momente, außer Vertheidigungsſtand ſehen will.

Selbſt neuere Schriftſteller wollen zwar durch die auf den Bankbatterien oder Barbetten ſtehenden Kanonen die Rekognoszirenden entfernen und die Eröffnung der erſten Parallele hindern. Allein, das erſtere iſt reine Munitionsverſchwendung, und das andere läßt ſich nur bedingungsweiſe und zum Theil ausführen. Gezogene Wallbüchſen, die eine Schußweite von 600 bis 800 Schritt haben, ſind in der Hand eines geübten Schützen dem Rekognoszirenden weit gefährlicher, als der Kanonenſchuß, von dem ein Einzelner nie, oder nur durch ein Ohngefähr getroffen werden kann. Iſt man jedoch ſo glücklich: den Moment der Eröffnung der Tranſchee zu erſpähen; wird ein lebhaftes Feuer mit großen Kartetſchen oder Trauben von 1pfündigen Kugeln die Arbeit des Belagerers zwar allerdings erſchweren, ihm vielleicht einigen Verluſt verurſachen, doch die Vollendung der Parallele nie ganz hindern können. Sobald aber die Parallele fertig iſt, hat auch die Anlegung der Rikoſchetbatterieen nur wenig Schwierigkeit, und die erklärte Ueberlegenheit des Belagerers über den Belagerten tritt ein. Von allen Seiten durch die Schleuderſchüſſe getroffen, die mit verſchiedenen Ladungen und mit verſchiedenen Elevationen nach einer und derſelben Befeſtigungslinie geſchehen (ſ. Rikoſchetſchuß), wird in kurzem beinahe alles Geſchütz der Feſtung zertrümmert ſeyn, und nur noch einzeln, dem Feinde nicht ſehr ſchädliche Schüſſe thun können. Durch die Erfahrung der neueren und neueſten Kriege beſtätiget, iſt dennoch dieſe Wahrheit bis jetzt nur von wenigen Ingenieuren beachtet worden; man iſt immer noch den Barbetten geneigt, ja man hat ſogar im Kriege 1757 in einer Feſtung alle Schartenzeilen (Merlons) hinweg genommen, um ſie vertheidigungsfähiger zu machen. (Virgin Defense des places, p. 43.) Es giebt nur Ein Mittel: dieſe Gefahr abzuwenden, die dem Geſchütz der Feſtung drohet: Defenſivkaſematten oder proviſoriſche Bedachungen. (S. dieſe Worte.) Man hat zwar im Allgemeinen das große Wirkungsfeld der ohne Schießſcharten, blos auf Bankbatterieen ſtehenden Kanonen für ſie angeführt; während aber dieſe freie Umſicht auf große Entfernung einige ungewiſſe Schüſſe zu thun verſtattet, ſtellt ſie dagegen

das Geſchütz und ſeine Bedienung dem — jetzt überlegenen — feindlichen Feuer blos, und raubt dem Belagerten den Gebrauch dieſes wirkſamen Vertheidigungsmittels. Man wird in den meiſten Fällen durch die Lage der Kanonen der Werke auch die Stellung der feindlichen Rikoſchetbatterie voraus beſtimmen, und dem zufolge den Schießſcharten der bedeckten Geſchützſtände die gehörige Richtung geben können. So dient z. B. jede Façe eines Bollwerkes als Contrebatterie der gegen die andere Façe gerichteten feindlichen Rikoſchetbatterie, und man kann ſie in Zeiten mit, durch gut gebauete und feſte Merlons gedeckte, Schießſcharten verſehen. Wäre es jedoch in einem unebenen Terrain nicht möglich: die Punkte der feindlichen erſten Batterie mit Gewißheit voraus zu ſehn, und hielte man es deshalb für nothwendig: ſich dennoch der Bankbatterien zu bedienen; kann man nach Virgins Vorſchlag 24 Fuß im Lichten voneinander längs der Bruſtwehr ſo viele 3 oder 4 Fuß hohe Bänke aufführen, als man Kanonen aufſtellen will, die vorn 8 Fuß, hinten aber wegen der Seitenrichtung 14 Fuß breit und — nach Verhältniß der Breite des Wallganges und der Länge der Laffeten — 16 bis 20 Fuß lang ſind. Iſt alsdann die Richtung der Schießſcharten durch die Stellung der feindlichen Batterie beſtimmt, werden ſie zwiſchen den Bänken eingeſchnitten, und die letztern zu Traverſen erhöhet, wo ſie zugleich gute Gelegenheit darbieten: durch queer herüber gelegte Hölzer und darauf geſchüttete Erde das Geſchütz gegen die Bomben und Granaten zu ſichern.

Ein nicht minder wichtiger Zeitpunkt, als die Eröffnung der Laufgräben iſt der, wo der Feind ſein Geſchütz über das Feld nach den Batterien der erſten und zweiten Parallele bringen läßt. Der Weg, welchen er dabei nehmen muß, hängt von der Beſchaffenheit des Terrains ab, und kann den Belagerten nicht unbekannt ſeyn. Es kommt demnach blos darauf an: durch beſtimmte Feuerzeichen, von vertrauten Leuten aus der umliegenden Gegend gegeben, den Zeitpunkt des Abmarſches dieſer Artillerie aus dem Park zu erfahren, und das ganze Terrain mit einem Hagel von Rollſchüſſen und Granaten zu überſchütten. In dieſem Augenblicke darf man keine Munition ſparen und man wird um ſo ſeltener ſeines Entzweckes verfehlen, als der Belagerer gewöhnlich wenig Vorſicht anwendet, jenen Marſch zu verbergen. Wäre es daher auch ſelbſt unmöglich: ſich jene Nachricht zu verſchaffen, wird doch der bei einem ſolchen Transport unvermeidliche Lermen der Wagen, Pferde und Knechte, ihn bei einiger Aufmerkſamkeit der Beſatzung denſelben unfehlbar verrathen, und ihr, die ſchon im voraus darauf vorbereitet iſt, Gelegenheit geben, ihn durch ihr Feuer zu erſchweren, oder auch vielleicht durch einen Ausfall von Kavallerie und leichter Infanterie — die die Laufgräben zu umgehen ſucht — für dieſe Nacht zu

hindern. Dieſem Gebrauch des Geſchützes iſt die niedrige, enfilirende Lage der Werke günſtig; gegen die einmal fertige erſte Batterie aber vermag das tief ſtehende Geſchütz Nichts; es kann nur in ſo fern wirkſam ſeyn, als es die feindliche Geſchützſtände überhöhet. Die ältern Kriegsbaumeiſter legten einen großen Werth auf dieſes Ueberhöhen des vorliegenden Feldes, und führten deshalb öfters thurmähnliche Werke auf. Man iſt ſpäterhin davon abgegangen, um ſeine Wälle der feindlichen Geſchützwirkung zu entziehen, ohne ſich jedoch gegen die — gerade bei dieſer niederen Lage deſto gefährlichern Schleuderſchüſſe zu ſichern. Dennoch läßt ſich die Nothwendigkeit hoher Geſchützſtände gegen die mehr entfernten feindlichen Batterien leicht erweiſen. Stehen dieſe mit dem dieſſeitigen Geſchütz auf einem gleichen Horizonte, oder nur wenig höher: ſo wird ihr ganzer innerer Raum durch die Bruſtwehr B Fig. 124. völlig gegen die Schüſſe der Feſtung E C geſichert, und die ganze Wirkung der letztern beſchränkt ſich auf die Schießſcharten, die nur von den ihnen gerade überſtehenden Kanonen getroffen werden können. So wie jedoch die Entfernung A C abnimmt, oder die Höhe A E bis A F wächſt, wird der gedeckte Raum B C kleiner, und die von F abgeſchoſſene Kugel, indem ſie den innern Rand der Bruſtwehr ſtreifet, kann noch das hinter derſelben ſtehende Geſchütz treffen, ſobald B D nicht die Länge der Laffete überſteigt. Um nun aber dieſes Ueberhöhen der feindlichen Batterien hervor zu bringen, iſt es nothwendig: die vorſpringenden Winkel der Werke zu erhöhen, und Katzen (Cavaliers) auf die Kurtinen zu legen, die ein kreuzendes Feuer gewähren, dem keine Feldbatterie des Feindes zu widerſtehen im Stande iſt, weil die Kugeln entweder die Laffeten zertrümmern, oder wenigſtens die obere Faſchine der Bruſtwehr herunter werfen, und die Artilleriſten hinweg jagen, wie die Erfahrung vor der Citadelle von Antwerpen 1746 zeigte, wo eine Rikoſchetbatterie — die des Morgens angefangen hatte zu feuern, in wenig Stunden durch die Senkſchüſſe des hohen Walles zum Schweigen gebracht ward.

Noch vortheilhafter als die Kanonen, ſind die Mörſer gegen die feindlichen Batterien und Laufgräben. Werden die Bomben in flachen Bogen mit ſchwächen Ladungen und mit kurz tempirten Brändern geworfen, damit ſie ſich nicht ſo tief eingraben, ſondern auf der Oberfläche der Erde ſpringen: iſt ihre Wirkung weit zerſtörender, als die der Stückkugeln. Man kann demnächſt die Mörſer überall gegen die feindlichen Schüſſe gedeckt aufſtellen, und dennoch ſeine Projectilen auf jeden Punkt hinbringen, den man durch eine vereinte Wirkung mehrerer zerſtören will. Bei den Kanonen hingegen iſt man immer an die gerade Richtung des Schuſſes gebunden, gegen die der Feind ſich jederzeit durch eine ſenkrechte Bruſtwehr decken kann.

Man vertheilt die Mörſer längs der angegriffenen Fronte hinter dem Walle ſowohl auf die Bollwerke als auf die Kurtinen einzeln und in hinreichender Entfernung aus einander. Von vorzüglicher Wirkung werden ſie in den Flanken der Nebenbollwerke gegen die feindlichen Logementer und zweiten Batterien ſeyn. Stellt man ſie hier unter dazu beſonders eingerichtete Kaſematten (w. w. i.): ſo ſind ſie dadurch völlig gegen das feindliche Feuer geſichert und werden mit um ſo größerer Ruhe und Genauigkeit bedient.

Fänden ſich unter den Façen der Werke Defenſivkaſematten (ſ. dies Wort), würden ſie allerdings die beſte Gelegenheit geben: ſich der Anlegung der Breſchbatterien nachdrücklich und mit Erfolg entgegen zu ſetzen. Nur ſelten iſt jenes aber der Fall; ſind die Kanonen der Feſtung durch die Rikoſchetbatterien einmal demontiret, bleibt ihr beinahe kein anderes Vertheidigungsmittel, als der Widerſtand, welchen die Stärke der Futtermauern und des Walles gegen die feindlichen Kugeln leiſtet. Man muß daher alles anwenden: durch Traverſen und Dachwerke ſich wenigſtens einen Theil des auf den Façen ſtehenden Geſchützes zu erhalten und daſſelbe in dem letzten, entſcheidenden Zeitpunkte gegen die Breſchbatterie gebrauchen zu können. Hat die Feſtung vielleicht eine Fauſſebray, die durch einen Abſonderungsgraben von dem hohen Walle getrennt iſt; muß man vorzüglich das in ihr ſtehende Geſchütz zu erhalten ſuchen, weil es mit der Breſchbatterie auf gleichem Horizonte ſtehet, und um ſo kräftiger gegen ſie wirken kann. Wäre weder das Eine noch das Andere möglich: bleibt den Belagerten nur noch Ein Mittel übrig: die größte Fürſorge auf die Flanken zu wenden, und das Geſchütz von denſelben zurück zu ziehen — wenn es nicht vielleicht in Kaſematten ſtehet — um es unbeſchädiget gegen die Contrebatterie und den Uebergang über den Graben zu gebrauchen. Hier kann es noch immer ſehr weſentliche Dienſte leiſten, beſonders bei einem Waſſergraben, wo die Zerſtörung des Dammes den Belagerern höchſt nachtheilig und nur ſchwer zu verhindern iſt. Dieſer Beſtimmung ſcheinen die Haubitzen vorzüglich angemeſſen, weil ſie Gelegenheit geben: durch Granaten und eiſerne Brandkugeln den Damm anzuzünden, und weil ihre weitere Seele eine größere Menge Kartätſchen faßt, als die Kanonen.

Das leichtere Geſchütz findet vorzüglich in bedeckten Wegen, bei den Ausfällen und in den Contreapproſchen (w. w. i.) ſeine Anwendung. Hier kann es den Fortſchritten des Feindes bedeutende Hinderniſſe entgegen ſetzen. Es muß ſtets das höchſte Beſtreben des Belagerten ſeyn: dem Feinde überall eine überlegene oder doch wenigſtens gleiche Geſchützanzahl entgegen zu ſetzen; ſich überall ſeinem Feuer möglichſt zu entziehen und deſ-

halb die Stelle der auf den Wällen ſtehenden Geſchütze beſtändig zu verändern; endlich ihm in den Außenwerken, wenn man ſie nicht mehr zu halten vermag, keine Kanonen zum nachherigen Gebrauch zurück zu laſſen. Erlaubt es daher die Einrichtung der Raveline und übrigen Außenwerke nicht: das Geſchütz zurück nach dem Hauptwerke zu bringen, wenn die in jene von dem Feinde zu Stande gebrachte Breſche ihre Eroberung befürchten läßt, muß man es in den Graben ſtürzen, gleichviel ob er naß oder trocken iſt. Man kann vielleicht im letzteren Falle noch die Laffeten retten; und immer wird es dadurch für den gegenwärtigen Augenblick dem Feinde entzogen. (Man ſehe auch *Breſchbatterie*, *Contrebatterie*, *Rikoſchetbatterie* und *Kaſematten*.

Gewicht der Baumaterialien iſt deshalb für den Ingenieur zu wiſſen nöthig, weil ſie bei dem Feſtungsbau auf größere oder kleinere Strecken angefahren werden müſſen, und ſich durch ihr Volumen die Ladung der dazu erforderlichen Wagen ergiebt. Es iſt demnach das Gewicht von 1 Würfelfuß:

Alabaſter	190 Pfund.	Sandſteine	140 Pfund.
Granit	184 —		134 —
	200 —		162 —
Lehm	135 —	Grober Sand	124 —
Gartenerde	114 —	Flußſand	132 —
Thon	149 —	Bruchſteine	130 —
Gyps	156 —		159 —
gebrannter	86 —	Eichenholz	$81\frac{3}{4}$ —
Kalkmörtel	120 —	Ulmen	$46\frac{1}{2}$ —
ungelöſchter Kalk	59 —	Eſchen	59 —
Mauerziegel	130 —	Buchen	$59\frac{1}{4}$ —
Dachziegel	127 —	Erlen	56 —
Schiefer	156 —	Fichten	$38\frac{1}{4}$ —
Marmor	186 —	Tannen	$34\frac{3}{4}$ —
		Pappel	$26\frac{1}{2}$ —

Gewölbe ſ. *Kaſematten*.

Girandole nennt *Mouzé* ſeine Minenanlage zu Vertheidigung der Waffenplätze des bedeckten Weges. S. *Gegenminen*.

Glaçis, die äußere Abdachung des bedeckten Weges, die ſich mit ihrem vordern Ende in das Feld verläuft, und im Allgemeinen 12 bis 15 Ruthen Breite bekommt. Dieſe letztere wird jedoch durch die Abdachung des *Glaçis* (1:24) und durch die Höhe oder Tiefe des umliegenden Terrains beſtimmt. Liegt

demnach der bedeckte Weg ohngefähr mit letzterem in gleicher Höhe; bekommt er ſo viel Ruthen Breite, als die Höhe des Glacis halbe Fuß enthält, z. B. bei $7\frac{1}{2}$ Fuß Höhe 15 Ruthen Breite. Wenn hingegen das äußere Terrain ſteigt oder fällt; muß derjenige Punkt aufgeſucht werden, wo dieſe Abdachung von 1:24 auf den Erdhorizont trifft. 2 in A und B eingeſteckte Stangen, deren gegenſeitige Höhe durch ihren Abſtand von einander, nach dem eben erwähnten Verhältniß beſtimmt wird. Es würde demnach BF = 5 Fuß ſeyn, wenn AB = 5 Ruthen und AC = $7\frac{1}{2}$ Fuß iſt; den 5 + 6″ = 30″, und um dieſes Maaß muß BF von AC überhöhet werden. Die unter CF ſtreichende Geſichtslinie CD giebt nun den Punkt, wo der äuſſere Umriß des Glaçis auf das Terrain trifft, der demnach nur auf völlig horizontalem Boden mit der inneren Linie des bedeckten Weges parallel ſeyn kann. Bei ſich erhebendem Terrain aber werden die Linien CD kürzer, und bei abfallendem Terrain länger werden. Fällt jedoch der Boden zu ſtark ab, wenn vielleicht die Feſtung am Saume eines Berges, oder an einem ziemlich ſchroffen Abhange liegt; läßt ſich dieſe Regel nicht anwenden. Um hier unnütze und koſtbare Anſchüttungen zu ſparen, macht man das Glacis nur etwa 8 bis 10 Ruthen breit und endiget es mit einer Böſchung EG, deren Linien eine ſolche Lage bekommen: daß jede auf irgend einen nahen Theil des bedeckten Weges zuläuft und von demſelben mit kleinem Gewehr beſtrichen werden kann, folglich den Belagerern keine Deckung gewähret. Eine ſolche Einrichtung des Glacis bleibt übrigens immer ſchlecht, und man muß ſich nur im äußerſten Nothfalle dazu entſchließen.

Obgleich die vorerwähnte Abdachung die zweckmäßigſte zu ſeyn ſcheint, weil der Feind, wenn er bis auf 105 Fuß vom Kamme des Glaçis kommt, wo gewöhnlich die Laufgrabenkatzen (Cavaliers de tranchée) errichtet werden, dieſelben noch 8 bis 9 Fuß erhöhen muß, um in die vorſpringenden Waffenplätze ſehen zu können; iſt ſie dennoch bisweilen zu ſteil, wenn ſie das hinter dem Glaçis liegende Werk hindert: alle Theile deſſelben zu beſtreichen. Die Höhe der Feſtungswerke über dem Kamme des Glaçis und ihre Entfernung von demſelben hat demnach ebenfalls auf ſeine Abdachung Einfluß. Dieſe wird zu ſteil, ſobald ſie in ihrer Verlängerung nicht auf die Krone der Bruſtwehr des dahinter liegenden Werkes trifft, ſondern über dieſelbe hinaus gehet. Sobald der Graben über 10 Ruthen breit wird, oder die Werke eine geringere Höhe haben, oder endlich das Glaçis höher iſt; muß es eine weit ſanftere Abdachung bekommen, die man bekommt, wenn ihre Verlängerung auf den Punkt A fällt. Fig. 1. Tab. I.

Das Glaçis wird zwar am gewöhnlichſten blos von Erde aufgeſchüttet; da jedoch der Feind ſich in daſſelbe eingraben muß, um ſich der Feſtung nähern zu können, würde jedes ſchwerer zu bearbeitende Material hier zweckmäßiger ſeyn. Man hat in dieſer Abſicht Pflanzungen von Strauchwerk: als Weiden, Dornen, Wachholder ꝛc. vorgeſchlagen, die alle 3 bis 4 Jahr abgehauen werden; oder man hat mehrere Reihen Bäume längs der Capitalen des bedeckten Weges geſetzt, die allerdings dem Feinde bei Führung ſeiner Sappen und Anlegung der Breſchbatterien ſehr hinderlich ſind. Erlaubt es jedoch die Beſchaffenheit des Bodens: das Glaçis von Steinen aufzuſchütten; oder giebt ein naher Fluß Gelegenheit: daſſelbe wenigſtens zwei Fuß tief zu pflaſtern; ſo wird ihm dadurch das Einſchneiden ganz unmöglich, und er genöthiget ſeyn, wie auf feſtem Felſenboden, die Deckungsmittel, Faſchinen, Sandſäcke ꝛc. von weitem herzubringen. Er wird zugleich verhindert: Minenſchächte einzuſenken, und die Wirkung der von den Belagerten angelegten Fladderminen wird dadurch bedeutend erhöhet. (S. umgewandtes Glacis.)

Globe de Compression oder Druckkugel, auch überladene Minen heißen dieſe, wenn ihre Ladungen ſo weit verſtärket werden: daß der obere Durchmeſſer ihres Trichters (w. u. i.) wenigſtens viermal ſo groß wird, als die kürzeſte Widerſtandslinie; hier die Entfernung der Minenkammern von der Oberfläche der Erde. In der früheren Zeit hielt man die Wirkungen des in die Erde eingeſchloſſenen Pulvers für beſchränkt, und glaubte: daß eine mehr verſtärkte Ladung, anſtatt einen größeren Trichter zu bilden, vielmehr blos dir unmittelbar über der Kammer liegende Erde herausſtoßen werde. Belidor kam zuerſt auf die Idee: daß die Wirkung der Minen mit der Ladung zunehme, und daß hier kein Maximum ſtatt finde. Die in La Fere und Biſy angeſtellten Verſuche beſtätigten nicht nur dieſen Satz, ſondern bewieſen auch: daß eine ſtark geladene Mine in der Erde ſelbſt noch weiter wirke, und die in ihrer Nähe — gleichviel ob neben, über oder unter ihr — hin laufenden feindlichen Gallerien bei verdoppelter Ladung bis auf die vierfache Länge ihrer kürzeſten Widerſtandslinie zu zerſtören im Stande ſey. Bei 12 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie und 3000 Pfund Ladung ward nämlich ein 66 Fuß weiter Trichter ausgeworfen, ein 42 Fuß entfernter Minengang E E 48 Fuß lang eingedrückt, ſo daß F E = 48' war. Belidor ſchließt daraus: daß ein Gleiches mit einer 48 Fuß entfernten Gallerie erfolgt ſeyn würde. Da die ausdehnende Kraft des Pulvers im Stande war: den Zuſammenhang des Erdbodens von I bis E zu überwinden, (Fig. 126.) wird zwar bei einer weiteren Entfernung der feindlichen Gallerie jene Kraft, doch eben ſo auch der Zuſammenhang

der Erde — obgleich in einem geringeren Maaße — abnehmen. Setzt man dennoch Fp = Fe; iſt immer noch die Zerſtörung der Gallerie nach eFe, ja vielleicht bis über p hinaus, möglich. Es giebt folglich im eigentlichen Verſtande keinen Radius der Zerreißungsſphäre oder des Globe de compression, ſondern FE zeiget blos an: daß auf die Entfernung FP die Amplitudo der ausdehnenden Kraft durch LL ausgedrückt wird. (S. Minen.)

Weil bei demſelben Verſuch eine 14 Fuß unter der Minenkammer hin laufende Gallerie 36 Fuß lang eingedrückt ward und folglich der Erſchütterungskreis hier nur 38 Fuß groß zu ſeyn ſchien; ſchließt Belidor ferner daraus: letzterer bilde ein, gegen den Boden der Kammer abgeplattetes Sphäroid. Allein, Belidor nahm keine Rückſicht darauf: daß die Höhe und Breite der Gallerie verſchieden war, und daß die Holzſtücken der Ausstempelung verſchiedene Dimenſionen hatten. Bei 4½ Fuß Höhe und 3 Fuß Breite des Minenganges, mußten nothwendig die Kappenſtücken, die 5 Zoll hoch und 4 Zoll breit waren, einen weit ſtärkeren Widerſtand leiſten, als die 4½ Fuß langen Ständer, die 4 Zoll ins Gevierte hielten. Hätte er auf dieſen Umſtand Rückſicht genommen, würde er vielmehr gefunden haben: daß der ſenkrechte Erſchütterungsradius größer iſt, als der horizontale, wie weiter unten (Artik. Minen) gezeigt werden wird.

Hieraus folgt denn auch: daß eine Gallerie, die auf dem Globe de Compreſſion gerade zu gehet, weniger der Zerſtörung ausgeſetzt iſt, als wenn ſie ihm die Seite bietet. Jeder Druck, der über GG hinaus fällt, wird durch den Widerſtand der Erde aufgehoben, und kann nicht auf die Wände der Gallerie wirken. Dieſe wird demnach blos an ihrem Ende und nicht auf eine große Länge beſchädiget. Um dieſe verſchiedenen Sätze zu prüfen, wurden ſowohl von Belidor, als auch von dem Major Le Febvre in Potsdam und nachher auch in Braunſchweig Verſuche mit ſtark geladenen Minen angeſtellt, und alle gaben in dieſer Hinſicht ein völlig befriedigendes Reſultat. Der Major le Febvre wandte hierauf dieſe neue Erfindung zuerſt bei der Belagerung von Schweidnitz im Jahre 1762 an, und obgleich einige bei der Ausführung vorgefallene Fehler die Wirkung der überladenen Mine ſchwächten, ward dennoch durch ſie der vorgehabte Endzweck nach 39 Tagen erreicht. S. Couronnement. Noch einen vollſtändigeren Erfolg hatte die ſtark geladene Mine in der Belagerung von Valenciennes 1793; ſo wie bei Choczim und Bender. Bei den beiden letzteren ward nicht allein die Contreſcarpe geöffnet; ſondern auch durch die, gegen den inneren Grabenrand geworfenen Trümmer derſelben eine völlig erſteigliche Breſche gebildet. Wären über dieſe

Fälle alle einzelne Umſtände bekannt, ließe ſich vielleicht ein Verfahren daraus herleiten, „bei gegebener Graben-Breite und „Tiefe die kürzeſten Widerſtandslinien einer ſtark geladenen Mi„ne in ſenkrechter und horizontaler Richtung zu beſtimmen, um „die Trümmern der Contreſcarpe an die gegen über ſtehende „Futtermauer zu werfen."

Um dieſe Frage zu beantworten, müßte man die Ladungen beſtimmen, um in jeder gegebenen Entfernung die Contreſcarpe oder eine vorbei laufende Gallerie einzudrücken, zu welchem Behuf Belidor (in ſeinem Angriffs-Entwurf auf Luxemburg) bei einem Abſtande von 300 Fuß zwei Minenkammern mit 24 Fuß K. W. Linie, 36 Fuß von einander vorſchlägt, jede mit 17646 Pfund Pulver geladen. d'Arletan (Essai sur un précis des principes d'une Théorie pratique des mines) giebt folgende Tafel der Ladungen für die Globes de Compreſſion.

Von der K. W. Linie.	Für einen Durchmeſſer des Trichters, welcher			
	das 4 fache	das 5 fache	das 6 fache	das 7 fache	das 8 fache
5 Fuß.	42 ℔	78 ℔	144 ℔	327 ℔	620 ℔
8 —	206	376	550	1270	2430
10 —	478	695	1150	2618	4680
12 —	700	1150	1940	4150	8023
15 —	1380	2618	3670	8420	15517
20 —	3220	5565	9266	18090	37510
25 —	6207	10 42	17426	24088	72406
30	10242	18778	30306	67395	123032

Man ſiehet, daß verſchiedene von dieſen Ladungen eine zu ungeheuere Pulvermenge erfordern und daher unanwendbar ſind.

Belidor, indem er den von den Minen ausgehobenen Trichter als einen abgeſtumpften Kegel anſiehet, deſſen unterer kleiner Durchmeſſer die Hälfte des großen, und deſſen oberer Radius der kürzeſten Widerſtandslinie gleich iſt; ſagt: „daß ſich „das Pulvergas nach allen Seiten gleichförmig ausbreitet, bis „zu dem Punkte L. Fig. 127., wo der Widerſtand mit der wir„kenden Kraft gegen die umgebende Erde, ins Gleichgewichte „tritt. Der Explosions-Radius CB iſt demnach als der „Halbmeſſer der Wirkungsſphäre, oder des ſogenannten „Globe de Compreſſion anzuſehen, deſſen Würfeln die La„dungen proportional ſind." Hat man demnach bei einer Probemine mit der Ladung F in einem beſtimmten Terrain einen Trichter erhalten, wo BD = R; ſo wird für den begehrten Halbmeſſer der Druckkugel r die Ladung

$$F : f = R^3 : r^3.$$

Weil er ſich nicht von dem früheren Wahne der Minirer los reißen konnte: glaubte Belidor den Grund der wachſenden Wirkung des in der Erde verſchloſſenen Pulvers in dem Druck der Atmoſphäre zu finden; ohne welchen nur ein beinahe zylindriſcher Trichter entſtehen könnte, weil das Pulver die über ihm liegende Erde heraus ſtoßen würde, ehe es ſich noch völlig entzündet hätte. Die Schwere der auf dem Erdkegel ruhenden Luftſäule verzögere hingegen dieſe Wirkung, gebe dadurch dem Pulver Zeit: ſich völlig zu entzünden, und vergrößere dadurch den Umfang der Druckkugel. Obgleich nun dieſe theoretiſche Erläuterung keinesweges richtig iſt; läßt ſich nichts deſto weniger durch das vorher angeführte Verhältniß die Ladung für jede ſtark geladene Mine beſtimmen, ſobald man nur dabei eine, mit demſelben Pulver und in der nämlichen Erdart geſprengte Probemine zum Grunde legt. Folgende Tafel kann zur Erläuterung der Uebereinſtimmung der Belidorſchen Berechnung mit der Erfahrung dienen. (S. Ladungen und Trichter.)

Nummer des Verſuchs.	Beſchaffenheit des Erdbodens.	K. W. Linie	Halbmeſſer d. Trichters.	Halbmeſſer der Druckkugel.	Ladungen nach d. Erfahrung.	Ladungen nach d. Formel Belidors.	Bemerkungen
		Fuß	Fuß	Fuß	Pfund	Pfund	
1	Gelbe, etwas ſandige Erde.	10	10	14,14	100	—	ohne Probeminen.
2	Sand, mit hartem Tuffſtein vermiſcht.	10	10	14,14	170	—	Probeminen.
3		10	13,5	16,8	300	286	
4		15	20	25	980	961	
5		15	35	38	3600	3320	
6		10	22,6	24,77	1000	914	
7	Feſter Leimen.	10	10	14,14	200		Probemin.
8		15	26,75	30,67	2400	2041	
9	Tuff, mit Sand und Steinen vermengt.	12	38	35,11	3000	3061	nach d. Mine Nr. 10. berechnet.
10	Flugſand, mit etwas Thon vermiſcht.	15	3	36,25	3500		ohne Probeminen.

Um im allgemeinen einen Trichter auszuheben, der das Sechsfache der K. W. Linie zum Durchmeſſer hat, den man gewöhnlich ausſchließungsweiſe den Globe de Compreſſion nennet, geben die praktiſchen Minirer folgende Regel:

Die K. W. Linie, im Fußmaaß ausgedrückt, wird mit 300 multiplizirt, um die erforderliche Pulverla=

dung zu finden. Man bekommt durch dieſes Verfahren eine ſtärkere Ladung, als durch die vorher angeführte Formel, und kann daher um ſo weniger ſeines Endzweckes verfehlen. Es fehlt übrigens immer noch an hinreichenden Erfahrungen über die Entfernung, bis auf welche die über oder unter einer ſtark geladenen Mine liegende Gallerien durch die Wirkung der Druckkugel gequetſcht werden; und über die Mittel: durch Verdünnung der Minengänge ihr Eindrücken und ihre Zerſtörung zu verhindern. Bei den von le Febvre in Potsdam angeſtellten Verſuchen befand ſich nämlich, 30 Fuß von der mit 3300 Pfd. Pulver geladenen Mine, und auf gleichem Horizonte mit ihr, eine kleinere, geladene und völlig verdämmte Minenkammer, die bei dem Springen des Globe de Compreſſion, ſowohl als ihre Feuerleitung, unbeſchädiget blieb, und nachher gezündet ward. Man ſiehet leicht: daß in ſolchen Fällen, wo andere Minengänge der geladenen Kammer nahe liegen, man ſie blos gehörig verdämmen darf, um ſie unbeſchädiget zu erhalten, um nach Ausräumung der Verdämmung gebrauchen zu können, wenn ſie anders nicht ſchon geladen ſind. · Dieſe Behauptung ſcheint keines Widerſpruches fähig, obgleich ſie noch nicht durch mehrere Erfahrungen beſtätiget iſt, und es wohl der Mühe verlohnte, Verſuche deshalb anzuſtellen.

Obgleich nun im Ganzen die überladenen Minen den Vortheil gewähren: die Minengewebe einer Feſtung zu zerſtöhren; erfordern ſie doch eine zu große Pulvermenge und zu viel Zeit, als daß ſie überall anwendbar wären. Ohne durch die Quetſcher und Fladderminen des Feindes zu ſehr aufgehalten zu werden, wird dennoch der Belagerer nie im Stande ſeyn, auf dieſe Weiſe ein Minengewebe in weniger als 30 Tagen zu vernichten. Senkt er nämlich etwa 60 Schritt von der äußerſten Spitze der Gegenmine einen 18 Fuß tiefen Schacht ein, wird er wenigſtens 21 Stunden dazu nöthig haben. Da die Radien der Trichter in dieſer Tiefe 54 Fuß ſind; müſſen die Rameaux 72 bis 78 Fuß lang werden, damit die Parallele nicht durch die Wirkung der Globes de Compreſſion beſchädiget werde; dies und das Laden der Mine, die Einrichtung des Leitfeuers, die Verdämmung ꝛc. erfordern 5 bis 6 Tage; man wird folglich erſt nach 7 Tagen im Stande ſeyn, die erſte überladene Mine zu ſprengen (ſ. Couronnement); 5 Tage ſind ferner nöthig, um den Trichter zu couronniren und die folgende Mine zu vollenden, und — wenn man auf 3 Kapitalen zugleich vorgehet, 15 überladene Minen, bis man auf der Contreſcarpe ankommt. Welche Bedürfniſſe, Werkzeuge und wieviel Arbeiter dazu angeſchafft werden müſſen, iſt ſchon oben (Belagerungs-Entwurf) geſagt worden. Verfehlet aber die erſte Mine ihre Wirkung, zerſtöret ſie höchſtens nur die Spitzen der

am weiteſten angetriebenen feindlichen Gallerien; ſiehet ſich der Belagerer gegen ſeinen Willen in den langweiligen Minenkrieg geworfen, ehe er nur einmal dazu kommen kann, einen neuen Rameau abzutreiben. Hätte eine 15 Fuß tief liegende Mine einen 60 Fuß großen Wirkungskreis; wird ihr Trichter 58 Fuß zum Halbmeſſer haben, und ſein Rand nicht mehr, als höchſtens 3 Fuß in ſenkrechter Linie von dem unbeſchädigten feindlichen Minengange ab liegen. Da nun die Oeffnung zu dem neuen Minengange des Belagerers in dem Auftritte des couronnirten Trichters ohngefähr 12 bis 15 Fuß von dem oberen Rande des Trichters, und folglich 18 Fuß von dem erwähnten Punkte entfernt iſt; wird der Belagerte — der unmittelbar nach dem Springen der Mine die Arbeit anfangen und in 15 Stunden ſehr bequem ein Rameau von 18 Fuß vollenden kann — früher unter dem Trichter anlangen, als dieſer zu einem Logement eingerichtet iſt, wie die Erfahrung in der Belagerung von Schweidnitz hinreichend gelehret hat. Es ſcheint daher in der That zweckmäßiger: ſich des von Mouzé zuerſt vorgeſchlagenen Mittels zu bedienen und die Gallerien der Feſtung durch Schachtminen (w. u. i.) anzugreifen. (S. Couronnement.)

Graben (le fossé) hat die doppelte Beſtimmung: die zu Aufführung des Walles nöthige Erde zu liefern, und die Annäherung des Feindes zu verhindern, indem zugleich ſeine Tiefe die Höhe des Walles vergrößert und dieſen um ſo ſchwerer zu erſteigen macht. Hieraus folgt, daß auf einem gleichen Boden der Durchſchnitt des Grabens dem Durchſchnitte des Walles — jedoch nach Abzug der Futtermauern — beinahe gleich kommen muß. Ein unebenes Terrain führet hierin mancherlei Veränderungen herbei; weil oft zu Bewirkung des Defilements Anſchüttungen und Ausfüllungen (remblais) gemacht werden müſſen, die eine größere Breite oder Tiefe des Grabens erfordern. Um die letztere zu finden, wird nach oben (Artik. Erdbau) der Inhalt aller Wälle, Bruſtwehren, Auffahrten ꝛc. berechnet, und aus demſelben $= \frac{5}{6}$ 'EFGH + dem Inhalt aller Strebepfeiler gemacht; denn es iſt klar: daß zu dem Inhalte des ſenkrecht abgeſchütteten Grabens noch der Inhalt der — hier ebenfalls für ſenkrecht angenommenen — Futtermauern kommen muß, um die wahre Erdmaſſe zu beſtimmen, welche man zu Aufführung der eben erwähnten erhabenen Theile der Feſtung bekommt. Die Berechnung ſelbſt hat nur wenig Schwierigkeit, weil blos die Magiſtrallinie mit dem Grabenprofile zu multipliziren, der Inhalt des zylindriſchen Segmentes Cx Fig. 89. Tab. VII. aber hinzuzufügen iſt, um den Inhalt des Grabens von dem halben Polygon zu bekommen. Nun iſt aber zu unterſuchen: ob es vortheilhafter ſey: den Graben tief und ſchmal, oder breit

und flach zu machen? Im erſten Falle findet der Feind vor der Spitze der Contreſcarpe nur wenig Raum zur Anlegung der Contrebatterie H. Tab. IV., deren Länge von der Breite des Grabens abhängt. Mit jeder Ruthe, um welche die letztere wächſt, wird demnach die erſtere Eine Kanone mehr faſſen können. Ein zweiter Vortheil des ſchmalen und tiefen Grabens iſt die Schwierigkeit, welche er der Anlegung und der gehörigen Wirkſamkeit der Breſchbatterien entgegen ſetzt. Da ſie von dem Glaçis aus nicht den Fuß der Futtermauer ſehen können; wird entweder dieſe zu hoch beſchoſſen, ſo daß keine erſteigliche Breſche entſtehet; oder man muß die Batterie in den bedeckten Weg ſelbſt legen, wodurch ihr Bau ſchwieriger wird, weil ſie hier faſt von allen Seiten eingeſehen iſt. Ja ein nur 60 Fuß breiter und 30 Fuß tiefer Graben macht es dem Belagerer wohl gar nothwendig: den Minirer anzuſetzen. Eine höchſt gefährliche und Zeit raubende Operation, bei der ihm der Belagerte viel und mancherlei Hinderniſſe in den Weg legen kann. Sobald im Gegentheil die Breite des Grabens wächſt, verſchwinden auch dieſe Schwierigkeiten, und bei einem, dem Belagerer nur einigermaaſſen günſtigen Terrain, kann nicht allein die auf dem Kamme des Glaçis liegende Batterie, ſondern öfters ſchon eine andere, weiter entfernte von dem Felde aus, die Futtermauer in den erſten Tagen der Belagerung einſchießen, und die Feſtung durch die Furcht vor einem Sturme zur Uebergabe bringen. Ein zu ſchmaler Graben würde jedoch andern Theiles den Nachtheil herbeiführen: daß die von dem Hauptwalle abgeſchoſſenen Trümmern ihn in ſeiner ganzen Breite anfüllten, und daß vielleicht das Feuer der Flanken zum Theil durch den Winkel des äußeren Grabenrandes verdeckt und gehindert wird. Dieſe Betrachtungen haben die Kriegsbaumeiſter bewogen: eine ſehr verſchiedene Grabenbreite zu beſtimmen. Vauban ſcheint 16 bis 18 Toiſen bei dem Hauptgraben und 10 vor dem Halben Monde für vortheilhaft gehalten zu haben, wie die von ihm ausgeführten Baue beweiſen. Er gab nämlich:

An d. Citadelle v. Ryſſel d. Hauptgr.	20 T.;	d. Ravelingr. 13 T.
— — Straßburg ſ — —	18 ſ	ſ — — 15 ſ
Zu Saarlouis ſ — —	18 ſ	ſ — — 10 ſ
Zu Pfalzburg ſ — —	14 ſ	ſ — — 10 ſ
Zu Neubreiſach ſ — —	15 ſ	ſ — — 12 ſ

Zu Hüningen und Longwy endlich iſt der Hauptgraben 15 Toiſ.

Nächſtdem, daß die Beſchaffenheit des zunächſt anliegenden Terrains Einfluß auf die Dimenſion des Grabens haben kann, wenn vielleicht Vertiefungen des Bodens, Hohlwege u. dgl. Aufſchüttungen erfordern, zu deren Bewirkung man den Graben breiter und tiefer machen muß, als eigentlich das Profil des Grabens erforderte; oder wenn ein felſigter Grund bei damit

verbundener Erſparniß der Baukoſten tief genug zu gehen verbietet; oder endlich, wenn der Waſſerhorizont zu nahe an dem Landhorizonte lieget, wie dies in den Niederlanden der Fall iſt, wo dieſe Beſchaffenheit des Bodens flache, aber breitere Gräben zur Bedingung macht. Wenn nämlich bei einem durchaus trocknen Graben die größere Tiefe die Vollendung der Breſche erſchweret, würde ſie bei einem Waſſergraben unnütz ſeyn, weil hier der Waſſerſpiegel den Punkt des Beſchießens der Futtermauer beſtimmt. Durch eine größere Breite hingegen wird die Aufführung des Faſchinendammes beſchwerlicher und für den Feind gefährlicher; er muß mehr Zeit darauf wenden, und iſt dem Feuer der Flanken mehr ausgeſetzt, wenn es möglich war: das darauf ſtehende Geſchütz bis zu dieſem wichtigen Zeitpunkte zu erhalten. Hieraus folgt; „daß trockne Gräben tief und „ſchmal, Waſſergräben hingegen flach und breit ge„macht werden müſſen.“ Dann iſt jedoch zu entſcheiden: ob überhaupt ein naſſer oder trockner Graben den Vorzug verdiene? Die meiſten Ingenieure, beſonders die Franzöſiſchen, haben allgemein für den letzteren entſchieden, weil er 1) die Verbindung des Hauptwerkes mit den Auſſenwerken ungehindert geſchehen läßt, die bei einem Waſſergraben durch Zertrümmerung der Brücken leicht unterbrochen werden, und alsdann nur vermittelſt eines Fahrzeuges, und, wenn der Feind ſich auf der Contreſcarpe feſtgeſetzt hat, des Nachts ſtatt finden kann. 2) Begünſtiget er die Ausfälle, indem die Beſatzung ſich hinter der Grabenſcheere und im Hauptgraben der nicht angegriffenen Seitenfront formiren kann, um über den von der Contreſcarpe herab ſteigenden Feind herzufallen. 2) Glaubt St. Paul (Traité complet de fortific.): die Beſatzung der Auſſenwerke werde ſich nachdrücklicher vertheidigen, wenn ihr durch den trocknen Graben überall ein freier Rückzug offen ſtehet. Allein, ſobald der Feind ſeine Breſche zu Stande gebracht hat, gehet er vermittelſt der ganzen Sappe ungehindert über den trocknen Graben, noch ehe das auf den Flanken ſtehende Geſchütz zum Schweigen gebracht worden iſt. Bei Beſtürmung der Auſſenwerke kann er einige Truppenabtheilungen ſeitwärts abſenden, um die neben liegenden Werke in der Kehle anzugreifen, oder auch wohl die Breſchen in den Bollwerken zu erſteigen, wenn die zufällige Beſchaffenheit der Raveline ꝛc. gleich anfangs den Hauptwall mit zu beſchießen geſtattete. Auf dieſe Weiſe eroberten die Belagerer 1793 alle Auſſenwerke von Valenciennes auf einmal, und würden in demſelben Anlaufe auch die Stadt eingenommen haben, wenn nicht zum Glück für die Belagerten noch der Durchgang hätte ſchnell genug vorſchloſſen werden können. Die Kriegsbaumeiſter haben deshalb auch ſchon im allgemeinen feſtgeſetzt: daß ein trockner Graben nur bei einer Mauer-

verkleidung des Hauptwalles und der Auſſenwerke zuläſſig ſey: ja es ſcheint ſogar: daß der oben angeführten Vortheile deſſelben ohngeachtet ein Waſſergraben ſehr weſentliche Vorzüge vor dem trocknen beſitze. Zwar iſt man ſeit der Einführung des bedeckten Weges und einer zweckmäßigeren Einrichtung der Auſſenwerke auch bei einem trocknen Graben gegen nächtliche Ueberfälle ſicher, wenn nur ſonſt die gehörigen Sicherheitsanſtalten getroffen ſind; ein Waſſergraben aber gewähret ſelbſt einer ſchwachen Beſatzung Sicherheit gegen den Sturm, und verſchafft ihr nach Vollendung der Breſche durch die beſchwerlichen Vorkehrungen zum Uebergange Gelegenheit: ſich auf der Breſche zu verſchanzen und vielleicht den feindlichen Sturm zurückweiſen zu können. Die Verbindung der Auſſenwerke mit der Feſtung läßt ſich durch ſehr tief liegende, oder beſſer noch durch ſchwimmende Brücken (ſ. dies Wort) leicht erhalten, oder auch vermittelſt einer großen Flöße leicht bewirken, die groß genug für 150 Mann iſt, und ſich an einem Taue beweget. Daß aber ein Haufen Soldaten ſich in einem Auſſenwerke beſſer vertheidigen ſollen, wenn er ſeinen Rückzug queer über einen trocknen Graben bequem und ſicher machen kann; als wenn er gezwungen iſt: zu ſeiner Rettung den feindlichen Angriff abzuſchlagen, iſt pſychologiſch unrichtig und widerſpricht aller Erfahrung. Man hat daher auch in der neueren Zeit angefangen: überall Waſſergräben anzubringen, wo es die Beſchaffenheit des Terrains möglich machte. Nur iſt immer darauf Rückſicht zu nehmen: daß die Tiefe des Waſſers nicht unter 6 Fuß beträgt, oder daß eine in der Mitte des Grabens befindliche Cünette (w. n. i.) das Hindurchwaten unmöglich macht.

Obgleich durch den Waſſergraben die Futtermauern ſowohl an dem äußeren als inneren Rande entbehrlich werden; iſt doch bei ſtrömendem Waſſer eine Beſchützung der Böſchungen unentbehrlich, weil ſie außerdem von dem Strome ausgeſpühlet und durch das Eis — beſonders an den Ecken und in den eingehenden Winkeln — zerſtört werden würden. Man erreicht dieſe Abſicht durch Spundpfähle oder durch Vernätherung, welche letztere jener noch vorzuziehen iſt, und weiter unter beſchrieben werden wird.

Am vortheilhafteſten würde ſich unbezweifelt eine Einrichtung erweiſen, welche die guten Eigenſchaften des trocknen Grabens mit den Vorzügen des Waſſergrabens vereinigte, ſo daß der Feind, wenn er alle ihm in jenem entgegen geſetzte Hinderniſſe beſiegt zu haben wähnte, die Arbeit von neuem beginnen müßte, um einen Faſchinendamm aufzuführen, oder den Uebergang vermittelſt einer Sturmbrücke zu bewerkſtelligen. Wäre alsdann der eine oder die andere vollendet: könnte der Belagerte durch plötzliches Ablaſſen der Gräben die Mühe des Feindes von

neuem vereiteln, und ihn durch dieſe unerwarteten Hinderniſſe auf eine ganz außerordentliche Weiſe aufhalten. Jede Feſtung, die in der Ebene an einem nur etwas ſchnellen Strome liegt, bietet Gelegenheit dar: die Gräben nach Willkühr naß oder trokken zu haben, ſobald man nur das Gefälle gehörig vertheilet, und das Schleuſenſpiel (w. u. l.) auf eine zweckmäßige Weiſe einrichtet. Das bei a. Fig. 7. Tab. II. zurückgehaltene Waſſer des Fluſſes wird ſich bei C in die Gräben ergießen, die man trocken oder naß halten kann, wenn man ihren Eingang bei C und q durch Bären (ſ. dies Wort) verſchließt, die am Ausgange bei r und s das ganze Gefälle plus 6 Fuß zur Höhe haben. Wäre z. B. das Gefälle von C bis r und s = 7 Fuß, würden die Bären an letzteren beiden Orten 13 Fuß Höhe bekommen müſſen, um das Waſſer hier zu dieſer Höhe, bei C und q aber 6 Fuß hoch aufzuſtauen. Verſchließt man im Gegentheil die Schutzbretter der Bären bei C und q und öffnet dagegen r und s, ſo wie die großen Schleuſen bei a und l; ſo wird der Graben trocken, und der Fluß x nimmt ungehindert ſeinen Lauf von a nach l.

Wäre jedoch der Fall des letzteren ſo bedeutend: daß er eine übermäßige Höhe der Bären bei r und s nöthig machte: wodurch ſie über die Contreſcarpe empor ragten; muß man den Fall der Gräben theilen, und einen oder mehrere Zwiſchenbären in ſie legen. Man iſt dadurch im Stande, jedem Bären ſeine gehörige Höhe zu geben, ohne daß ſie über die Contreſcarpe empor ragen, oder von den Feldbatterien getroffen werden können. Denn iſt der ganze Fall 10 Fuß, und darf man den Bären bei r und s nur 12 Fuß Höhe geben, anſtatt der 16, die ſie eigentlich haben müßten, um das Waſſer bei C und q 6 Fuß hoch zu ſtauen: giebt man dieſen beiden Punkten bis nach M nur 4½ Fuß Fall, und macht die Bären bei M 10½ Fuß hoch, der Fall von da aus nur noch 6 Fuß beträgt. Man kann auch die Grabenſohle in C und q 4½ bis 5 Fuß tiefer legen, als den Grund des Fluſſes, um ihr fernerhin einen gleichförmigen Abhang von 6 Fuß bis r und s geben zu können. Wäre das Gefälle noch ſtärker; werden nach Beſchaffenheit deſſelben 2 und mehr Zwiſchenbären angelegt.

Da, wo 2 oder mehr Gewäſſer ſich vereinigen, laſſen ſich die Feſtungsgräben nicht immer ſo einrichten: daß man ſie nach Willkühr trocken oder naß haben kann. Liegt nämlich das Bette der beiden Flüſſe P und Q Fig. 7. Tab. II. ziemlich in gleicher Höhe: kann man die Gräben C B A r und p F s zwar auf die erwähnte Weiſe einrichten; q D w hingegen würde nach Beſchaffenheit ſeiner Tiefe trocken oder naß ſeyn. Nur wenn der Fluß P bei x ſo hoch liegt, daß ſein Waſſer, wenn es in den Graben q D w gelaſſen wird, durch Q abfließen kann; läßt ſich auch

hier ein Schleuſenſpiel anbringen. Daſſelbe findet umgekehrt ſtatt, wenn der Fluß Q viel höher liegt, als P.

Bei einem Waſſergraben vor dem Ravelin wird in die Kehle des letzteren auf jeder Seite eine Poterne x gelegt, um nach den Waffenplätzen der eingehenden Winkel kommen zu können. Bei einem trocknen Graben bedarf es dieſer Durchgänge nicht; dagegen legt man die Sohle des Grabens vor dem Reduit 9 bis 12 Fuß höher, als der Hauptgraben, damit der Feind nicht aus dieſem hinein kommen und ſich der nach dem Ravelin führenden Auffahrten oder Treppen bemächtigen kann. In die Futtermauer, welche den Graben des Reduits unterſtützt q Fig. 128. Tab. XI. wird eine Thüre und kleine Treppe z gelegt, um aus dem Hauptgraben hinauf kommen zu können. Jene Treppe wird durch eine halbe Kaponiere y gedeckt, die zugleich den Graben m, der Durchgang r und die Auffahrten Op vertheidiget. Liegen beide, der Hauptgraben und der des Reduits, auf einem Horizonte, muß man ſie durch 9 Fuß hohe Mauern abſchneiden, die eine Thüre haben und ſo ſchwach ſind, daß ſie durch einige Kanonenſchüſſe nieder geworfen werden können, ſobald es nöthig iſt, um dem Feinde keine Deckung zu gewähren. Iſt endlich M ein Waſſergraben, m aber trocken; ſind die Treppen z ohne Thüre, hinreichend. Blos bei einer ſolchen Lage der Feſtung an einem fließenden Waſſer, wo der Feind mit Fahrzeugen nach der Kehle des Ravelins kommen könnte, würde es nöthig ſeyn, dieſe Treppen mit einem Gatterthore zu verſchließen.

Die vor dem bedeckten Wege befindlichen Brillen (lunettes) bekommen durch einen Waſſergraben allerdings einen bedeutenden Zuwachs an Feſtigkeit: allein, nur ein ſehr niedriger und naſſer Boden kann dazu Gelegenheit geben. Wenn ſie demnach einen trocknen Graben bekommen, muß dieſer durch Palliſaden (w. n. i.) verſtärkt werden, weil er außerdem gegen die Annäherung des Feindes ein zu geringes Hinderniß ſeyn würde. Ihn durch das Stückfeuer des Walles und durch das kleine Gewehr des bedeckten Weges zu beſtreichen, wird nur äußerſt ſelten möglich ſeyn, wenn ſich die gegenſeitige Höhe der Werke dazu eignet. St. Paul (Traité complet de fortific. Ir Partie. Nro. 246.) ſetzt die dazu nöthige, ziemlich künſtliche Conſtruction, ſowohl der Linien als des Profiles auseinander.

Um bei trocknen Feſtungsgräben dem Feinde den Uebergang vermittelſt der Sappe zu erſchweren, würde es ſehr vortheilhaft ſeyn: die Sohle 1 Fuß tief mit Steinen zu pflaſtern, oder auch — wie vorher in Rückſicht des Glacis geſagt worden (ſ. Baumpflanzungen) — 2 bis 3 Reihen Bäume vor die Façen der Werke einzuſetzen, die nachher bei vorfallender Belagerung, dicht

am Erdboden abgeſchnitten, mit den zurückgebliebenen Stücken das Fortrücken der Sappe gar ſehr verhindern.

Grabenrand (ſ. Eſcarpe und Contreſcarpe.)

Grabenſcheere (Tenaille) iſt ein niederes, 18 Fuß von der Kurtine liegendes Werk, durch das Vauban die Fauſſebray der Niederländer zu erſetzen glaubte. Es beſtand anfangs aus 2 halben Bollwerken A B C und E F G, durch die Kurtine C E verbunden; weil jedoch die beiden kleinen Flanken keinen Nutzen ſchafften, änderte V. dieſe Form in die einer einfachen Scheere A D G Fig. 129. Tab. XI. ab, die an beiden Ecken A und G 30 Fuß von den Flanken der Bollwerke abſtehet. In der letzteren Zeit hat man die beiden Schenkel der Scheere A B Fig. 128. durch eine 75 bis 90 Fuß lange, gerade Linie verbunden, um in der Mitte keinen todten Winkel zu haben, und den innern Raum des halben Mondes beſſer beſtreichen zu können. Der Wallgang der Grabenſcheere iſt 24 Fuß breit, und hat eine Bruſtwehr von 15 bis 18 Fuß vor ſich. Sie kann demnach im Nothfalle Geſchütz faſſen, und eine größere Breite würde ihr nachtheilig ſeyn, weil ſie dann von dem höheren Wallgange des Ravelins beſchoſſen werden könnte. Da ſie das Flankenfeuer der Bollwerke nicht hindern darf; hängt ihre Höhe von der Höhe der Flanken und von der Lage des Umriſſes ab. Man ziehet zu dem Ende aus dem Kurtinenwinkel H nach der Grabenſohle von dem Punkt w, wo gewöhnlich von der Contreſcarpe des Ravelingrabens aus Breſche geſchoſſen wird, eine Linie H w; und findet dadurch das Verhältniß.

H w : D w = wie die Höhe des Geſchützes bei H über die Grabenſohle oder dem Waſſerſpiegel bei w, zu dem Punkt D, unter welchem die Bruſtwehr der Grabenſcheere 4 Fuß liegen muß, wenn die Flanken über die letztere hinweg ſchießen ſollen, ohne ihre Vertheidigung durch das kleine Gewehr zu hindern. Bei 90 Ruthen Polygonſeite, großen Ravelinen und einem 24 Fuß tiefen Hauptgraben wird das in H ſtehende Geſchütz 40 Fuß über dem Punkte w erhaben ſeyn und man hat

$41\frac{1}{4}$ Ruthen : $26\frac{3}{4}$ R. = 40 Fuß : 36 Fuß,

folglich würde die Grabenſcheere ſich 22 Fuß über die Grabenſohle erheben. Vorausgeſetzt: daß ſowohl dieſe als die beiden Flanken auf einerlei Horizonte liegen. Wäre im Gegentheil dieſes nicht, muß man die Höhe der Grabenſcheere nach den niedrigſten Punkten der Sohle beſtimmen, weil ſie außerdem ohnfehlbar das Feuer der Flanken hindern würde.

Obgleich Vauban bei Neubreiſach den Wallgang der Grabenſcheeren 5 Fuß tiefer gelegt hat, als den bedeckten Weg; ſind doch die andern Ingenieure dieſem Beiſpiele nicht

gefolgt, ſondern haben immer ihre Tenaillen mit der Contreſcarpe von gleicher Höhe gemacht, ohne daran zu denken: daß ſie dadurch das auf den Flanken ſtehende Geſchütz ſeiner Wirkung beraubten, ohne für dieſen Nachtheil irgend einen Vortheil einzutauſchen.

Iſt der Graben trocken: ſo wird mitten unter der Grabenſcheere ein Durchgang angebracht, der auf der einen Seite nach dem Durchgange des Hauptwalles, auf der andern aber nach der über den Graben führenden Caponiere ausgehet. Bei einem Waſſergraben muß der Durchgang 12 Fuß Breite und 6 Fuß Höhe über dem Waſſerſpiegel haben, damit man mit Fahrzeugen oder Flößen darunter hindurch fahren kann. Sollte die zu geringe Höhe der Grabenſcheere keinen ſolchen bedeckten Durchgang geſtatten, müßte man ihn offen laſſen. Er dürfte jedoch in dieſem Falle nicht gerade auf den Durchgang des Hauptwalles treffen, damit der Feind den letzteren nicht von der Contreſcarpe aus beſchießen kann. Zwei Treppen, zu beiden Seiten des Durchganges führen auf den Wallgang der Grabenſcheere.

Bei einem trocknen Graben gewähret dieſe letztere: 1) eine niedere und raſirende Vertheidigung des inneren Raumes vom Ravelin, um ſeiner Beſatzung den Rückzug zu ſichern und den feindlichen Angriff auf ſeine Kehle zu hindern. 2) Die Futtermauer der Kurtine zu ſchützen, damit der Feind wegen des hier ſehr breiten Grabens keine Breſche ſchießen und dieſelbe zu dem Sturm auf den Hauptwall benutzen könne. Dies iſt jedoch überhaupt nur bei einem kleinen Ravelin möglich, wenn der Waffenplatz im eingehenden Winkel kein Reduit hat; ſobald hingegen ein groſſes Ravelin mit ſeiner Façe 8 bis 10 Ruthen von dem Schulterpunkt des Bollwerks fällt, wird dadurch ſowohl, als durch die Bruſtwehr des Reduits das Beſchießen der Kurtine völlig verhindert, und die Grabenſcheere ſcheint in dieſer Hinſicht völlig entbehrlich zu werden. Sie nach dem Vorſchlage Einiger bei B Fig. 128. bis an die Flanke zu ziehen, würde den Nachtheil haben: daß die durch die Contrebatterie von den Flanken abgeſchoſſenen Trümmern auf ihr liegen blieben, und zu leichterer Erſteigung des Hauptwalles Gelegenheit gäben; und dann, daß die Verbindung des letzteren mit dem Ravelin unmöglich wird, ſobald der Feind ſich auf dem Kamme des Glacis feſtgeſetzt hat, und von hier aus, den Durchgang unter der Grabenſcheere einſchießt. Man würde dadurch den weſentlichen Nutzen der letzteren verlieren: 3) daß die zu den Ausfällen gegen die feindlichen Arbeiter im Graben beſtimmten Truppen ſich hinter ihr ſammeln, und zwiſchen ihr und den Bollwerksflanken zum Angriff heraus gehen. Dies kann um ſo ſicherer geſchehen, als die Grabenſcheere den Durchgang unter

der Kurtine gegen das feindliche Feuer ſchützt, daß er weder vom Feinde zerſtöret, noch auch durch die herab geſchoſſenen Trümmern verſtopft werden kann. Minder bedeutend iſt die niedere Vertheidigung gegen den Uebergang über den Graben, die blos mit kleinem Gewehr möglich iſt, gegen das ſich der Feind durch die Sappe deckt, und das durch die Anwendung der Kartetſchen von den Contrebatterien noch unwirkſamer gemacht wird.

Alle dieſe Vortheile der Grabenſcheere — deren Baukoſten man ohngefähr zu 10000 Thlr. anſchlagen kann — finden ſich allerdings auch bei einem zweckmäßig eingerichteten Fauſſebray; dieſe ſcheint daher in jeder Rückſicht den Vorzug zu verdienen, ſobald nicht ein kaſemattirter Hauptwall zu einer eben ſo ſicheren als kräftigen niederen Vertheidigung die Hand bietet.

Grabenvertheidigung ſ. Vertheidigung.

Grenzen eines Staates ſind entweder blos politiſche, in ſofern ſie ohne Rückſicht auf die Beſchaffenheit des Terrains durch die Tractaten beſtimmt werden; oder phyſiſche, wenn ſie ſich längs eines bedeutenden Terrainabſchnittes, eines großen Stromes, einer Gebirgskette, oder an dem Weltmeere hinziehen. Dient eine Reihe — durch Natur oder Kunſt feſter Punkte zu Sicherung der Grenze gegen feindlichen Einbruch, und zur Baſis der diesſeitigen Operationen im Fall eines Krieges: ſo entſtehet eine militairiſche Grenze. Dieſe iſt ſtärker oder ſchwächer, im Verhältniß der natürlichen Hinderniſſe, welche der Feind bei ſeinem Vordringen findet, und die durch den Beitritt der Kunſt noch erhöhet werden können, indem man die wenigen vorhandenen Zugänge impraktikabel macht. Die Pyrenäen, die Alpen, Pohlens Sümpfe und Rußlands Steppen bieten uns das Beiſpiel einer ſolchen Grenze dar, bei der es einer nur geringen Nachhülfe bedarf, um ſie ganz unzugänglich zu machen. Wagt es der Feind, in ein ſolches Land einzudringen; wird er ſich bald genug durch den äußerſten Mangel beſtraft, und zum Rückzuge gezwungen ſehen. Die neueren Ereigniſſe, welche dieſe Wahrheit beſtätigen, ſind noch in jedermanns Gedächtniß.

Auch da, wo das Meer die Grenzen eines Staates umſchließt, ſind dieſe als natürlich ſtark anzuſehen; denn Landungen mit ſtarken Truppenkorps ſind nur ſelten möglich, und immer für den, der ſie unternimmt, ſehr gefährlich. Große Strecken der Küſte ſind nächſtdem ſchon durch ihre Beſchaffenheit unzugänglich, und es iſt hier hinreichend: blos die Häfen und Handelsſtädte zu befeſtigen, durch deren Hinwegnahme der Feind ſich mancherlei Hülfsquellen eröffnen könnte.

Am ſchwächſten iſt die, von keinen natürlichen Hinderniſſen umſchloſſene Grenze eines flachen und fruchtbaren Landes, deſſen reicher Anbau dem Feinde mancherlei Hülfsmittel zu ſeiner Subſiſtenz darbietet. Hier kann ihm der Eintritt blos durch eine — vielleicht mehrfache Reihe von Feſtungen verwehrt werden, die ſeine Verbindung unterbrechen und durch ausgeſchickte ſtarke Partheien ſeinen Unterhalt erſchweren, während ſie zugleich als Operationsbaſis für die Unternehmungen gegen das feindliche Land dienen. Ohne Feſtungen würde eine ſolche offene Grenze jedem feindlichen Einbruche bloßgeſtellt ſeyn; Nichts würde ſie gegen die Streifereien der leichten Truppen ſchützen; Nichts die Schritte des Feindes hindern, und der zu ihrem Beiſtande herbei eilenden Armee Zeit zu ihrer Ankunft, oder bei unglücklichen Ereigniſſen einen Verſammlungs- und Stützpunkt verſchaffen.

Grenzfeſtungen ſind zu Verſtärkung und Vertheidigung einer an ſich ſchwachen Landesgrenze beſtimmt. Sie finden daher in hohen Gegenden nur einzeln an den Päſſen und Durchgängen der Gebirge, häufiger hingegen in einem flachen und offenen Lande ihre Stelle. Dieſes wird gewöhnlich von mehreren großen Flüſſen durchſchnitten, die in einem tiefen Bette langſam dahinfließen, und nur ſelten Furthe haben; daher ſie dem Ingenieur wichtig und immer mit in die Vertheidigung zu ziehen ſind; je nachdem ſie mit der Grenzlinie parallel, oder in ſchräger, oder endlich in ſenkrechter Richtung auf ſie fließen. Man muß deshalb ihren Lauf, ihre Einflüſſe, ihre Breite und Tiefe, die Beſchaffenheit ihres Bettes, und ihr gewöhnliches und außerordentliches Steigen kennen, um die Lage und Beſchaffenheit der Vertheidigungswerke dem gemäß anordnen, oder auch ihr Waſſer zur Verſtärkung der letztern anwenden zu können. Daſſelbe findet auch in Hinſicht der Schifffahrtskanäle ſtatt, die mehrere Flüſſe unter einander verbinden, und die auf eine zweckmäßige Weiſe zur Vertheidigung benutzt werden können. Mehr oder weniger, je nachdem ſchon bei Ihrer erſten Anlage auf dieſen, von ihnen zu nehmenden Gebrauch geſehen ward, oder nicht. Wichtig ſind hier die Theilungspunkte der Gewäſſer, die Stau- und Schifffahrtsſchleuſen, ſo wie alle Hülfsmittel des Handelsverkehrs zu Waſſer; die man ſtets in ſichrer Hand haben muß, ſowohl um ſie dem Feinde zu entziehen, als vorzüglich, um ſie zum eigenen Gebrauch bereit zu haben. Die an den Flüſſen liegenden Feſtungen gewähren dieſen Vortheil; ſie ſichern oder verhindern die Schifffahrt, ſowohl als den Uebergang der Truppen. Dieſer Vortheil iſt ſo wichtig, daß man bei Friedensſchlüſſen nie dem Feinde eine Feſtung am Grenzfluſſe zugeſtehen oder ſie ſelbſt begehren ſollte, um jeden Anlaß zum neuen Kriege zu vermeiden. Mandar will deshalb die Grenz-

feſtungen 3000 Schritt von dem Fluſſe erbauen, und ſie durch einen ſchiffbaren Graben mit jenem zuſammenhängen, deſſen Eingang durch ein ſtarkes Fort gedeckt werden ſoll. Bei allen Waſſervertheidigungen iſt übrigens in den nördlichen Ländern das Eis zu berückſichtigen, das im Winter die Ströme bedeckt, und theils die durch ſie geſchützten Befeſtigungswerke dem Angriff ausſetzt; theils bei ſeinem Aufbruch die am Waſſer aufgeführten Baue zerſtört, wodurch viele von Belidor und den Franzoſen gemachten Vorſchläge für Deutſchland und die mehr nördlichen Länder ganz unbrauchbar werden.

Ein Gebirgsland, je mehr es natürliche Mittel zur Vertheidigung darbietet, um ſo genauer und ſorgfältiger muß es in dieſer Hinſicht unterſucht werden, damit keine unnützen Bauten veranlaßt, ſondern immer nur die wirklich wichtigen Punkte befeſtiget werden. So wie überhaupt der Krieg im Gebirge ganz beſondere Einſicht, Aufmerkſamkeit und Thätigkeit von Seiten des Feldherrn erfordert, und für die Truppen äußerſt beſchwerlich und ermüdend iſt: ſo findet auch hier die Befeſtigungskunſt in der Unregelmäßigkeit des Terrains ganz eigene Schwierigkeiten und Hinderniſſe, die ſich nur durch eine große Fruchtbarkeit des Genies und durch eine große Summe von Hülfsmitteln beſiegen laſſen. Beim erſten Anblick ſcheint ſich hier alles zur Vertheidigung zu eignen. Allein, bei genauerer Unterſuchung findet man auf allen Seiten Zugänge, die man durchaus alle beachten muß, wenn man ſich nicht in die Gewalt eines klugen und thätigen Feindes geben, wenn man ihm die Mittel rauben will, uns mit Erfolg anzugreifen oder einzuſchließen. Hält man die Nachtheile der Gebirgslage mit ihren Vortheilen gegen einander: ſollte man faſt auf den Gedanken kommen, ſie zu verlaſſen, und weiter in das flache Land herab zu gehen. Allein, nahe am Hochlande iſt man eingeſehen; und weiter davon iſt man nicht mehr im Stande, dem Feinde den Durchgang zu verwehren. Er kann nun die Beſatzung durch ein bloßes Detaſchement beobachten laſſen, während er mit ſeiner übrigen ganzen Macht ungehindert in dem Lande vorbringt. Es bleibt daher Nichts andres übrig: als ſich aller Zugänge, Thäler, Schluchten und Wege zu verſichern, und ſelbſt den unbedeutendſten Fußſteig nicht unbeachtet zu laſſen. In dem Feldzuge von 1800 ward der Lucienſteig durch das Oeſterreichiſche Bataillon von Stein im Rücken angegriffen, indem es auf dem ſchräge anliegenden Schnee längs einer ſenkrechten Felſenwand hinging, das ihm zu jeder andern Zeit durchaus unmöglich geworden ſeyn würde. Man iſt dadurch im Stande: mit einer ſehr geringen Macht eine Gebirgsgrenze gegen einen weit überlegenen Feind zu vertheidigen.

Kein Land hat in Rückſicht ſeiner Grenzfeſtungen ſoviel aufgewendet, als Frankreich unter der Regierung Ludwigs XIV

und XV, wo es ſich mit einer dreifachen Reihe feſter Orte umgab, die eine ziemlich ſtarke Vormauer darboten. Vauban zählte ihrer 1705 in allem gegen 300; nämlich 119 Städte; 34 Citadellen; 58 Schlöſſer oder Forts; 57 Sternſchanzen und 29 Redouten, zu deren Beſetzung in Friedenszeiten 172 Bataillone nöthig waren. Späterhin ließ man einen beträchtlichen Theil davon eingehen, und theilte die unterhaltenen in drei Klaſſen, von der die erſte in beſtändigem Vertheidigungsſtande ſeyn, und nöthigenfalls verſtärkt werden, die zweite blos in ihrem gegenwärtigen Zuſtande, ohne weitere Verſtärkung erhalten werden, die dritte aber ſo bleiben ſollten, wie ſie waren, blos mit den nöthigen Ausbeſſerungen der Militairgebäude. Die 48 Feſtungen der erſten Klaſſe waren:

Calais, Gravelines, Dünkirchen, Bergen, St. Omer, Lille, Douai, Valenciennes, Condé, Maubege, Philippeville, Charlemont, Givet, Mezières, Sedan, Montmedy, Longwy, Thionville, Metz, Saarlouis, Bitſch, Landau, Straßburg, Neubreiſach, Hüningen, Beſançon, Fort Barraux, Grenoble, Briançon, Mont Dauphin, Antibes, Toulon, Forts von Marſeille, Perpignan, Fort Vendées, Montlouis, St. Jean-pied-de-port, Bayonne, Blaye, die Inſel Oleron, la Rochelle, die Inſel Rhé, Belle isle, Fort-Louis, Breſt, St. Malo, Cherbourg und Havre de Grace. Die dazu gehörenden 7 Poſten waren: Fort-ſluys, Pierre Chatel, Queras, die Forts Cette, Bellegarde, und Medoc, die Inſel Aix und la Hogue.

Die 27 Feſtungen der zweiten Klaſſe waren: Boulogne, Ardres, Aire, Bethüne, Arras, Bouchain, Cambray, le Quesnoi, Landrecies, Guiſe, Avesnes, Rocroi, Verdün, Marſal, Weißenburg, Fort-Louis am Rhein, Pfalzburg, Schletſtädt, Befort, Embrün, Entrevaux, St. Tropez, Collioure, Navarreins, Rochefort, l'Orient, Grandville. Die zugehörigen 40 Poſten waren: die Citadelle von Montreuil, St. Venant. Bavai, Marienbourg, das Schloß Bouillon, Carignan, Stenay, Rodemachern, Sierk, Lauterburg, Petite-Pierre, Fort-Mortier, Landskrone, das Schloß Blamont, das Schloß Joux, St. Vincent, Val-de-Barcelonette, Colmar, die St. Margarethen Inſel, die Hieren, die Citadelle St. Esprit, Aiquemorte, das Fort Breskou, das Fort des Bains, Prats de Mollo, Ville Franche, Fort Socoa, Fort Chapus, Fouras, das Schloß Niort, das Schloß von Nantes, die Inſel Hoedic und Ouat, die Inſel Grouais, Concarneau, das Schloß Taureau, das Schloß Chateau-neuf, das Schloß von Caen, das Schloß von Dieppe, und die Batterien und Verſchanzungen an den Küſten.

In die dritte Klaſſe gehörten 22 Feſtungen: Abbeville, Montreuil, Hesdin, Doulens, Bepaume, Amiens, Peronne, Hamm, St. Quintin, la Fère, Toul, Nancy, Hagenau, Auxonne, Sa-

lins, Valence, Seyne, Siſteron, Béziers, Narbonne, Carcaſſonne, und Carentan. Die zugehörigen 9 Poſten waren: Fort Mardyk, Lichtenberg, Fort Alais, Peccais, die Citadelle von Montpellier, das Schloß Salzas, die Schlöſſer Lourdes, Dax und Brouage. Dieſe von dem Nationalconvent decretirten Grenzfeſtungen ſind jedoch unter Napoleons Regierung theils nicht unterhalten, theils demantelirt worden.

Grund kommt bei den Feſtungsgebäuden vorzüglich in Rückſicht der Futtermauern in Betracht, durch welche der Erdwall unterſtützt und das Erſteigen deſſelben verhindert wird. Der Felſen- und Steingrund hat hier als der feſteſte vor allem den Vorzug, Lehm, und grober mit fetter Erde gemiſchter Sand kommt ihm nahe, und erfordert ebenfalls keine koſtbaren Grundbaue und Röſte (ſ. dies Wort), die bei Triebſand, Letten, Mergelerde und Torf unerläßlich werden, weil hier die aufgeführten Futtermauern mit der Zeit tiefer einſinken und dadurch ihrer frühen Zerſtörung entgegen gehen würden. Selbſt bei einem anſcheinend feſten Grunde iſt die Erdlage bisweilen nicht ſtark genug: der Laſt der aufgeführten Mauer zu widerſtehen, ſondern ſinkt mit ihr zugleich in die darunter befindliche weichere Lage ein, oder wird wohl gar von ihr zerbrochen und läßt ſie zwiſchen ſich hindurch gleiten. Man muß daher bei jedem dergleichen Bau nicht allein die Feſtigkeit, ſondern auch die Stärke der Erdlage unterſuchen, auf welche die Grundmauer geſetzt werden ſoll, die niemals unter 12 bis 15 Fuß betragen darf.

Grundmauer (fondemens) dient zur Verbindung des aufgeführten Gebäudes mit dem Erdboden, und muß daher in Abſicht ihrer Stärke mit der Laſt im Verhältniß ſtehen, welche ſie zu tragen hat. Ihre Höhe wird durch die Tiefe beſtimmt, bis auf welche man in die Erde graben muß, um einen feſten Grund zu finden; ſo daß die Grundmauer um 1 bis 2 Fuß über die Grabenſohle, oder über den höchſten Waſſerſpiegel eines naſſen Grabens empor ſtehet. Die Baumeiſter ſind über die größere Breite der Grundmauern nicht einig: Scamozzi will ihnen $\frac{1}{8}$ der Mauerſtücke auf jeder Seite Vorſprung geben; Philibert de lorme ſetzt letzteren auf $\frac{1}{4}$ der Mauerſtücke, ja Palladio verlangt die Grundmauer doppelt ſo ſtark, als die auf ihr ſtehende obere. Alle fehlen darin: daß ſie auf die Höhe der letzteren und auf den daraus entſtehenden Druck derſelben keine Rückſicht nehmen. Belidor ſetzt daher feſt: daß bei 20 Fuß Höhe der Hauptmauer, die Grundmauer auf jeder Seite 4 Zoll vorſpringen müſſe, u. ſ. f. Man würde demnach $20' : 60' = 4'' : 12''$ ſetzen müſſen, um die Stärke des Grundes für eine 60 Fuß hohe Mauer zu finden. Bei ſolchen Mauern, wo ein Seitendruck ſtatt findet, wie bei den Futtermauern der Wälle, iſt es zugleich vortheilhaft: die Stärke der

Grundmauer ſo einzutheilen, daß $\frac{2}{3}$ derſelben auf die äußere, dem Druck entgegen geſetzte Seite, kommen.

Die Grundmauer ſelbſt wird von zugehauenen Bruchſteinen aufgeführt, die abwechſelnd die ſchmale und die breite Seite vorn haben, weil dadurch eine ſtärkere Verbindung entſtehet. Es iſt zugleich vortheilhaft: die Sohle der Grundmauern mit $\frac{1}{24}$ der Breite Abdachung rückwärts zu legen, weil dadurch ihr Widerſtand gegen den Druck der Erde bedeutend erhöhet wird. (S. Futtermauern.)

Wenn man nicht genug Bruchſteine oder Quadern haben kann, wird auf die untere Lage eine zweite, dritte u. ſ. f. von Ziegeln gelegt, die man ebenfalls in Hinſicht ihrer Länge und Breite abwechſeln läßt, und jede Reihe um $\frac{1}{2}$ Ziegelbreite einrückt, damit die Fugen der unteren Lagen durch die oberen verdeckt werden und nirgends die Fugen zweier Reihen auf einander ſtoßen. Bei ſolchen Grundmauern, die auf einem Felſenboden ruhen, iſt es faſt immer unmöglich: ihre Sohle in eine horizontalen Fläche zu legen; man muß ihn daher ſtufenweiſe bearbeiten und oben einſpitzen, damit der Kalk ſich anhängt und die Steine um ſo feſter darauf liegen. Bei ſolchen Bauten, die am und im Meere aufgeführt werden und dem Stoße der wüthenden Wellen widerſtehen ſollen, iſt dieſe Verbindung des Grundes mit dem Mauerwerke noch nicht hinreichend. Sie muß hier öfters durch eingelaſſene eiſerne Stangen verſtärkt werden, wie bei dem Leuchtthurm auf Eyde-ſtone an der Engliſchen Küſte. Iſt der Felſen ſehr uneben: muß man ihn ſtufenförmig bearbeiten laſſen, damit die Grundmauern auf einer horizontalen Fläche ſtehen. Belidor ſchlägt vor: hier Käſten von der Größe und Form der Grundmauern aufzurichten, und ſie mit einer feſtgeſtampften Miſchung von zerſchlagenen Feldſteinen oder Kieſel und gutem Mörtel anzufüllen. Auf dieſe Weiſe ſoll die nach und nach ſich erhärtende Mauer eine hinreichende Conſiſtenz bekommen, um die auf ihr errichteten Futtermauern zu tragen, indem ſie die Unebenheiten der Oberfläche des Felſen ausgleichet.

Beſtehet der Grund aus weichem Moorboden, Flugſand u. dgl.: muß die Grundmauer nothwendig auf einem Pfahl-Roſt (ſ. dies Wort) von Pfahlwerk geſetzt und waſſerdicht aufgemauert werden, damit ſie nicht auf einer Seite mehr, als auf der andern einſinkt, und nachher dadurch Riſſe entſtehen. Finden ſich in dem Grund nur einzelne weiche Stellen und Waſſerſchwiehlen: werden ſie mit Erdbögen überwölbt (w. n. i.) und nachher auf dieſe die Mauern geſetzt. Das Waſſer ſammelt man in einer Art Brunnen, deſſen Wände mit Thon ausgeſchlagen ſind, und den man mit Feldſteinen von mittlerer Größe anfüllt, und dieſe mit Strauch und Erde bedeckt. Von hier

wird alsdann das ſich ſammelnde Waſſer durch ausgemauerte Rinnen, oder auch wohl durch Röhren abgeleitet. Bei einem Thongrunde, der die mit aller Gewalt eingerammten Pfähle wieder empor treibt, muß man ſich der liegenden Roſtwerke bedienen (w. n. i.), auf welche man die Futtermauern ſetzt. Damit jedoch die letztern nicht von dem liegenden Roſte abgleiten, wie zu St. Winorbergen, wo dies an der ganzen Futtermauer einer Ravelinface geſchahe, muß nicht nur der Roſt eine hinreichende Breite bekommen, und 2 bis 3 Fuß unter der Grundmauer hervortreten; ſondern es iſt hier auch nützlich: auf der Seite des Grabens einen 8 bis 10 Zoll hohen Balken auf dem Roſt zu befeſtigen, der als Randleiſte die Grundmauer einfaßt, und das Abgleiten derſelben verhindert. Da zugleich der Kalk das Holz anfrißt; müſſen die Bohlen des Roſtes mit weichem Thon belegt werden, auf den man nachher die Grundmauer in guten, wenigſtens dreitägigen Kalk einſetzt. Tritt dabei vielleicht der Fall ein: daß ein altes Stück Grundmauer benutzt werden ſoll; müſſen in ſie wegen beſſerer Verbindung mit dem neuen Mauerwerke Vertiefungen eingehauen, ſie von allem Schmutz und Staube auf das ſorgfältigſte gereiniget und ſtark mit Waſſer benetzt werden. Es iſt hier ſehr vortheilhaft, die hinreichend angeſprengte Mauer mit gutem, dünnen Kalk, etwa 3 Lin. dick, zu überſtreichen, ſo daß er in die Oeffnungen und Poren des alten Steinwerks eindringt, und dieſes um ſo beſſer mit dem Mörtel der darauf zu ſetzenden Mauer verbindet.

Sollte in niedrigem Terrain das Waſſer zu häufig eindringen, und die Aufführung der Grundmauer erſchweren; wird hier blos ſo viel Erde ausgegraben, als man im Stande iſt, auf einmal Grundmauer aufzuführen (etwa 11 bis 12 Fuß), und das eindringende Waſſer ſo ſchnell als möglich ausgeſchöpft, wenn man vorher von 3 zu 3 Fuß zu beiden Seiten Pfähle eingeſchlagen und ein auf der langen Seite angeſchärftes Brett zwiſchen ſie und die ſtehen bleibenden Enden eingetrieben hat. Zwiſchen dieſen Brettern wird nun die Grundmauer mit Cementmörtel bis über den Waſſerſtand aufgeführt, und alsdann erſt das folgende Stück der Mauer mit dem vorher aufgeführten in Verbindung geſetzt. Zu dem Ausſchöpfen des Waſſers werden entweder gewöhnliche Pumpen- und Schaufelwerke (oder Schnekken) angewendet, oder es wird — leichter und geſchwinder — durch angeſtellte Arbeiter mit Waſſerſchaufeln und Eimer verrichtet.

Weit ſchwieriger noch iſt der Grundbau im Waſſer ſelbſt, wo außerhalb eine waſſerdichte Spundwand (ſ. dies Wort) geſchlagen, und nachdem das Waſſer ausgeſchöpft worden, in derſelben die Mauer aufgeführt wird, wie es immer an allen Brückenpfeilern, Schleuſen ꝛc. geſchieht. Bei dem Bau der Ha-

fenbefeſtigungen am Meere und überall da, wo kein Ausſchöpfen ſtatt findet, muß man ſich eines andern Mittels zu Erlangung einer feſten Grundmauer bedienen. Man wirft nämlich zur Zeit des niedrigen Waſſerſtandes in der ſchon vorher bezeichneten Richtung große Steine und Felsſtücke in das Waſſer, ſo daß über jede Lage derſelben eine Lage grober Kies und kleine Steine kommen, die man wieder ihrerſeits mit Kalk und Traß überſchüttet (S. Cementmörtel), daß alles ſich im Waſſer zu einem feſten Kitt verbindet. Hat man auf dieſe Weiſe den Grund bis auf 4 Fuß unter dem Waſſerſpiegel gebracht, läßt man ihn ein Jahr liegen, ehe man weiter darauf fortbauet, damit er durch die ſtete Bewegung der Wogen ſich vorher zuſammenſetze, und eine hinreichende Feſtigkeit bekomme.

Es iſt bei dieſem Bau vorzüglich darauf zu ſehen: daß der Grund eine hinreichende Breite bekommt, um die Futtermauern tragen zu können. Man giebt ihm zu dem Ende die doppelte, oder auch wohl die dreifache Höhe zur Anlage der Böſchung, beſonders auf der gegen das Meer gekehrten Seite, wo die Wellen die größte Gewalt ausüben. Dieſe erſtreckt ſich jedoch nie über 12 bis 13 Fuß in die Tiefe, ſo daß man — wenn die Werke in einer größeren Meerestiefe angelegt werden ſollen — bis auf 14 Fuß von der Oberfläche ſich kleineren Steinwerkes bedienen und die größeren Steine und Felſenſtücken für den oberen Theil aufſparen kann. An ſolchen Orten, wo ſich Auſtern in der Nähe finden, iſt es vortheilhaft: ſie unter das eingeworfene Steinwerk zu miſchen, weil ſie ſich ſehr ſchnell vermehren, und dann alle Zwiſchenräume der größeren Steine beſſer ausfüllen, als es durch den eingeſchütteten Kies geſchieht.

Es iſt übrigens bei Aufführung dieſes Mauerwerkes unter Waſſer zu bemerken: daß ſein Volumen allezeit kleiner wird, als daß der angewandten Materie, einzeln ſummirt. Zu 3456 Würfelfuß Grundmauer waren nöthig:

942	Würfelf.	Puzzolen = Erde,
471	—	Sand,
1070	—	Steingruß,
235	—	klaren Hammerſchlag,
706	—	klaren ungelöſchten Kalk,
618	—	Steine,

welche zuſammen 3992 Würfelfuß beträgt, weil nämlich das Volumen des Kalkes beinahe gar nicht in Anſchlag gebracht werden darf. Ueber dieſe 3456 Würfelfuß Mauerwerk arbeiteten 30 Mann in 8 Arbeitsſtunden 12 Tage. Von dieſen wurden 72 Stunden auf die Bereitung des Mörtels verwendet; 24 aber waren nöthig, ihn in die dazu beſtimmten Kaſten zu ſchütten und wechſelsweiſe mit den Steinen auf den Grund des Waſſers hinunter zu laſſen.

Bei einer geringern Waſſertiefe von etwa 15 bis 20 Fuß geſchiehet der Bau ſicherer und feſter durch große, waſſerdichte Käſten von 60 bis 80 Fuß Länge und 12 bis 24 Fuß Breite, die auf den Grund hinuntergelaſſen werden, und in denen nun die Maurer mit aller Sicherheit und Bequemlichkeit arbeiten können. Die Seitenwände dieſer Käſten werden ſo eingerichtet: daß ſie ſich nach vollendeter Mauer leicht von dem Boden abnehmen laſſen, der nun als liegender Roſt dienet, wo man die Wände bei der Fortſetzung des Baues zu andern Käſten anwenden kann. Sollte der Grund nichs überall hinreichende Feſtigkeit haben, um kein Nachſinken der Mauern befürchten zu dürfen, werden Grundpfähle dicht an einander eingerammt, welche den Raum der Mauern völlig einſchließen, und zwiſchen die man andere Reihen Pfähle ſetzt, um die vorerwähnten Käſten darauf ſetzen zu können, wenn ſie vorher in gleicher Höhe abgeſägt werden. Der bekannte Baumeiſter Perronet hat zu dieſem Behuf eine beſondere Maſchine erfunden. Die weitere Auseinanderſetzung dieſes Gegenſtandes würde uns jedoch hier von unſerm Ziele entfernen, und gehört eigentlich in den Waſſerbau. Man findet das Nöthige darüber in Belidors Waſſerbaukunſt 3. Bch. 11. Kap., in Wiebekings Waſſerbaukunſt, und in Woltmanns Beiträge zur Hydrauliſchen Architektur.

Die Grundmauern der Gebäude werden nach Verhältniß der Laſt, welche ſie tragen ſollen, auswendig mit 1 bis 2 Zoll, auswendig aber mit 5 bis 6 Zoll Vorſprung aufgeführt; die Grundmauern der Scheidewände hingegen dürfen nur 3 Zoll ſtärker ſeyn, als die letztern ſelbſt. Bei ſolchen Gebäuden, die blos aus Fachwerk beſtehen, iſt ebenfalls keine größere Breite der Fundamentmauer nöthig.

Grundpfähle ſ. Pfahlroſt.

H.

Hängekompaß oder Grubenkompaß (brussole du mineur) dient zur Beſtimmung des Streichens der Minengänge, d. h. der ihnen zu gebenden Richtung, und iſt deshalb in einem Ringe dergeſtalt beweglich, daß er vermittelſt zweier, an demſelben befindlichen Ringe an einer horizontal ausgeſpannten Schnur aufgehangen werden kann. Man bedient ſich jedoch dieſes Kompaſſes nur noch bei Anlegung der Gegenminen, um die vielen Gallerien eines Syſtemes in der gehörigen Richtung zu führen. Ja, auch hier bedarf man des Kompaſſes nicht, weil man die Richtung des Ganges ſehr genau und mit geringer

Schwierigkeit durch die auf den Schwellen bezeichnete Mittelslinie, und eine über dieſelbe gezogene Schnur beſtimmen und erhalten kann.

Hängewerke werden theils bei großen Gebäuden, als Exerzierhäuſern ꝛc., deren Beſtimmung keine Säulen und Scheidewände im innern Raum zuläßt, theils auch bei Brücken angewendet, wo ein größerer Raum überſpannt werden muß, als es die Stärke des Balkenholzes geſtattet. Es beſteht demnach ein Hängewerk aus den liegenden Balken a b, und den Hängeſäulen c d und Streben d a, d b. Fig. 130 und 131. Tab. XI., welche jene unterſtützen, und das Biegen derſelben hindern. Es iſt hierbei gleichgültig: ob eine oder zwei Hängeſäulen angebracht werden, das letztere muß immer geſchehen, wenn a b zu lang wird, wo alsdann die Streben a d und d b ebenfalls zu lang werden würden. Denn, je ſtumpfer der Winkel iſt, welchen die Streben mit dem Lieger a b machen; eine um ſo größſere Kraft haben ſie: dem Druck zu widerſtehen. Es fällt jedoch in die Augen: daß hier ein beſtimmtes Maximum ſtatt findet, weil bei einer zu großen Länge der Balken a b die Streben zu weit von a und b hereinwärts gerückt werden müßten, und nun ſelbſt auf die Lieger drücken würden. Um nun nicht auf jede der letzteren eine Hängeſäule ſtellen zu dürfen, was bei Dächern den Holzaufwand zu ſehr vermehren, bei Brücken aber auf den mittleren Balken gar nicht anwendbar ſeyn würde: legt man einen Träger M queer über oder unter die Balken, der an dieſe letzteren angebolzt, an die Hängeſäule aber vermittelſt des Hängeeiſens befeſtiget wird.

Bei ſehr breiten Gebäuden und bei Brücken wird die Zahl und Entfernung der Hängeſäulen durch den Grundſatz beſtimmt: daß die tragenden Balken nicht über 20 Fuß im Lichten frei liegen dürfen. Sie werden zugleich gewöhnlich aus zwei in einander verzahnten Holzſtücken B. Fig. 132. zuſammengeſetzt, weil alle andere Hölzer mit ihrer vollen Stärke durch die Hängeſäulen laufen, und dieſe dennoch an den Seiten einige Zoll breit Holz behalten müſſen, um die Laſt der an ihnen hängenden Balken zu tragen. Die Streben oder Bänder c d. Fig. 132. werden zu beſſerem Widerſtande unten mit einem Zapfen und Vorſatz verſehen, oben aber in die Hängeſäule eingeſetzt. w. Fig. 132., daß ſie zugleich gegen einander wirken und die Säule tragen. Dies giebt einen größeren Widerſtand, als die bloße Verſetzung x. Fig. 133. Tab. XI. Auch die Dachſparren f g auf gleiche Weiſe zu verſetzen, iſt unnütz. Sie dürfen blos oben in die Hängeſäule eingeſchnitten und gegen einander angeplattet werden.

In Hinſicht des Hängeeiſens iſt zu bemerken: daß die Säule auf dem Balken oder auf dem Träger nicht feſt aufſitzen darf, ſondern einige Zolle Spielraum haben muß, um nachher die Balken durch Nachſchrauben oder Ankeilen aufwärts bringen zu können, wenn ſie ſich in der Mitte um etwas ſenken, wie dies bei allen Hängewerken gewöhnlich gleich nach dem Aufrichten oder ſpäterhin geſchiehet.

Zu den merkwürdigſten Werken dieſer Art gehört das 70 Fuß breite und 660 Fuß lange Exerzierhaus in Potsdam, das in Gilly's Landbaukunſt näher beſchrieben und daſelbſt Fig. 141. durch eine genaue Zeichnung näher erläutert wird. Eine noch größere Breite hat das von Schubknecht erbauete Exerzierhaus in Darmſtadt, 319 Fuß lang und 151 Fuß breit. Seine Mauern ſind am Riſollit 9 Fuß, übrigens aber 6 Fuß dick, und werden durch Strebepfeiler unterſtützt, die eine Art Bogengang bilden.

Halbes Bollwerk (Demi-bastion) findet ſich gewöhnlich an Horn- und Kronwerken, deren lange Linie durch die Capitale gebildet werden. Es beſtehet demnach blos aus einer Flanke G D Fig. 134., einer Façe B D und der Capitale B P. Seine Dimenſionen hängen, wie bei den ganzen Bollwerken (ſ. dies Wort.), von der Länge der Polygonen und des Perpendikuls ab. Die ältern Kriegsbaumeiſter haben dergleichen halbe Bollwerke gewöhnlich bei den, am Ufer eines Fluſſes liegenden Feſtungen angebracht, wie man an dem Bollwerke St. Francesco zu Verona ſieht, Fig. 56. Tab. V., deſſen Capitale F gegen die Etſch G ſiehet und 3 Kanonenbänke hat. In der Façe ſind 2 Schießſcharten, eben ſoviel in der niederen, oben offenen Flanke A; 3 aber in der hohen, einwärts gekrümmten Flanke B, wo ſich auch 2 Gewölbe E und ein Durchgang nach der niederen Flanke befinden D.

Die halben Bollwerke bei Brückenſchanzen und Citadellen anzuwenden, bleibt wegen des zu engen Raumes in denſelben immer fehlerhaft. Eine zweckmäßige Zangenform gewährt unter allen Umſtänden hier eine kräftigere und der Lage des Terrains angemeſſenere Vertheidigung.

Halbe Caponiere (Demi-Caponière) zu Deckung des Zuganges der Außenwerke haben nur eine, nach außen gekehrte Bruſtwehr in Form eines Glacis. Cormontaigne legt ſie queer über den Graben der Bollwerksfaçen, von dem Schulterpunkte nach den hintern Ecken des Ravelins. Sie decken hier die Oeffnung zwiſchen dem Bollwerk und der Grabenſcheere, beſtreichen den Graben der Bollwerksfaçen und erhalten die Verbindung mit den Waffenplätzen der eingehenden Winkel. Zwei

andere halbe Caponieren laufen queer über den Ravelingraben; ſie haben außer der eben erwähnten letzteren Beſtimmung noch die der Beſtreichung des Ravelingrabens. Erlaubt endlich die Beſchaffenheit des Umriſſes dem Feinde: ſich zugleich vor dem Bollwerke und Raveline feſtzuſetzen: muß man noch zwei halbe Caponieren vor die Bollwerkfaçen, 12 bis 15 Fuß außerhalb der Treppe des eingehenden Winkels legen, um dieſe Treppe gegen einen raſchen Anfall des Feindes zu ſchützen. Bei einem Feſtungsumriß mit großen Ravelinen ſind dieſe letzteren Caponieren jedoch überflüſſig. Die Caponieren bekommen durch ihre Bruſtwehr einen gebogenen Eingang a, der durch einen vorliegenden Erdkeil m und hinten durch ein Gatterthor p verſichert iſt. Fig. 135. Tab. XI.

Halbe Kehle (Demi-gorge) wird bei jedem Bollwerke immer durch die Größe der Flanke und der Kurtine beſtimmt, und wird kleiner, ſo wie die eine oder die andere zunimmt. Es iſt $GS = FS - FG$, und in dem Dreieck BFS, der Winkel $F : BS ::$ der Winkel $FBS : FS$, daher $FS = \frac{l.\ \text{Sin.}\ (A-B)}{\text{Sin.}\ B}$; und GS oder $g = \frac{l.\ \text{Sin.}\ (A-B)}{\text{Sin.}\ B.} - c = \frac{b.\ \text{Sin.}\ (A-B)}{\text{Sin.}\ A.} - c$; deren $l = \frac{b.\ \text{Sin.}\ B}{\text{Sin.}\ A.}$ (S. Capitale.)

Da die Courtine (ſ. dies Wort) $c = 2b.\ \cos.\ B - a$; wird $g = \frac{b.\ \text{Sin.}\ (A-B)}{\text{Sin.}\ A.} - 2\,b.\ \cos.\ B. + a$, und folglich

$$g = a + \frac{b\ (\text{Sin.} A.\ \text{Cos} B - \cos. A.\ \text{Sin.} B) - 2\,b. \cos B.\ \text{Sin.} A}{\text{Sin.}\ A.};$$

und $g = \frac{a - b\ \cos.\ A.\ \text{die}\ B + b.\ \cos B.\ \text{Sin.}\ A.}{\text{Sin.}\ A.}$ endlich $g = a - \frac{b\ \text{Sin.}\ (A+B)}{\text{Sin.}\ A.}$; auch $g = \frac{a - l\ \text{Sin.}\ (A+B)}{\text{Sin.}\ B.}$, denn $l = \frac{b\ \text{Sin.}\ B.}{\text{Sin.}\ A.}$, und daher $\frac{l}{\text{Sin.}\ B.} = \frac{b}{\text{Sin.}\ A.}$. Man ſehe auch Artik. Bollwerk.

Halber Mond (Demi-lune) ſ. Ravelin.

Halbe Parallelen (Demi-paralleles oder Demi-places d'armes) werden zu beiden Seiten der verlängerten Capitalen, 175 bis 180 Schritt vom vorſpringenden Winkel angelegt, um dem Feinde einen beſſern Widerſtand zu leiſten und ſeine ſpäteren Ausfälle zurückweiſen zu können. Ihre Länge iſt ſo, daß

ſie von den verlängerten Linien des bedeckten Weges, welche den vorſpringenden Winkel bilden, abgeſchnitten werden; damit man hier Haubitzbatterien anlegen kann, die Senkſchüſſe gegen den bedeckten Weg thun, und indem ſie die langen Linien deſſelben rikoſchettiren, die Beſatzung vertreiben und die Paliſaden zertrümmern. Dieſe, die Eroberung des bedeckten Weges vorbereitende Batterien können in weniger als 24 Stunden fertig ſeyn, und daher ſchon Tages darauf an zu feuern fangen.

Halbe Waffenplätze ſ. das vorhergehende Wort.

Halbmeſſer (le rayon), großer, iſt die Entfernung der Polygonſpitze von dem Mittelpunkte A C. Fig. 2. Tab. I. Man findet ihn $= \frac{A . D}{Cos. A.} = \frac{a}{2.Cos.A.}$, wo A den halben Polygonwinkel B A C, D. den Streichwinkel D H A, und a die äußern Polygon A B ausdrückt.

Der kleine Halbmeſſer (petit rayon) r iſt

$$= \frac{2g+o}{2\, Cos.\, A} = \frac{a}{Cos.\, A} - \frac{b.\, Sin.\, (A+B)}{Sin.\, A.\, cos.\, A} + \frac{b.\, Cos.\, B.}{Cos.\, A.}$$

$$- \frac{a}{Cos.\, A.} = \frac{a}{2.Cos.A} + b\left(\frac{Cos.\, B.\, Sin.A - Sin.\, (A+B)}{Sin.\, A.\, cos.\, A}\right)$$

$$= \frac{a}{2.Cos.A} - \frac{b.\, Sin.\, B.}{Sin.\, A.}$$

Hier iſt A der halbe Polygonwinkel B A C, Fig. 2. Tab. I; B der kleine Winkel BAM; a die äußeren Polygone A B; b die Streich- oder Defenslinie A G; c die Courtine F G; und g die halbe Kehle GS. Man ſiehet, daß der große und der kleine Halbmeſſer mit den äußern Polygonen und dem Polygonwinkel im Verhältniß ſtehen. (S. Bollwerk.)

Haltbare Orte unterſcheiden ſich von den wirklichen Feſtungen dadurch: daß ſie, nicht eigentlich zur Vertheidigung beſtimmt, dennoch derſelben fähig ſind. Alte Schlöſſer, mit guten Mauern und tiefen Gräben umgebene Städte, ſelbſt offene Orte, die aber mit Waſſer umfloſſen ſind oder ſonſt in einem unzugänglichen Terrain liegen, gehören daher in dieſe Cathegorie. Es bedarf gewöhnlich bei ihnen nur einer geringen Nachhülfe, um ſie zum Widerſtande geſchickt zu machen. S. Städte und Poſten.

Handgewehr (armes blanches) dient bei Vertheidigung der Feſtungen vorzüglich dazu: den ſtürmenden Feind auf der Breſche zu empfangen. Es beſteht aus Piken und Sturmſenſen, ſeitdem die alten Mordgewehre von mancherlei Namen und

Form (Sturmflegel, Morgenſterne, Partiſanen ꝛc.) aus dem Brauch gekommen ſind. Nach den franzöſiſchen Beſtimmungen werden auf jede mögliche Breſche 30 Sturmſenſen gerechnet; dies iſt jedoch zu einer guten Vertheidigung offenbar zu wenig, es werden 50 erfordert. Es wäre gewiß ſehr vortheilhaft; die detaſchirten Werke, deren nachdrückliche Vertheidigung die Dauer der Belagerung bedeutend verlängern kann, auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{5}$ ihrer Beſatzung mit Piken oder Sturmſenſen zu verſehen und dieſe dergeſtalt auf die Bruſtwehr zu legen, daß ſie vom erſten Gliede gegen den ſtürmenden Feind bequem gehandhabt werden können. Man würde gewiß weit mehr damit ausrichten, als mit dem nur zu unſichern Schuß, oder mit der kurzen Bajonetflinte, die nicht eher anwendbar wird, bis der Feind die Bruſtwehr erklettert und ſich nun durch ſeinen höhern Stand die Ueberlegenheit über die Vertheidiger verſchafft hat. Daß die letzteren, zu beſſerer Gegenwehr, ſelbſt auf die Bruſtwehr ſpringen ſollen, iſt zwar in mehreren Kriegsbüchern empfohlen, wird aber wohl nie ausgeführt werden.

Handgranaten (grenades) gehörten noch zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts zu den wichtigſten Angriffs- und Vertheidigungsmitteln des bedeckten Weges. Gegenwärtig aber bedient man ſich ihrer blos noch zu den Wachtelwürfen, weil man gefunden hat, daß ſie theils den Granatierern in der Hand zerſpringen und dieſe ſelbſt beſchädigen; theils auch aus Ungeſchicklichkeit rückwärts, in die eigenen Reihen fallen. Beidem ließe ſich jedoch leicht abhelfen: wenn die Zünder in eine papierne Hülſe mit gehöriger Sorgfalt geſchlagen und alsdann in eine Brandröhre von verzinntem Blech eingeſetzt würden; und wenn man zweitens die Granaten nicht mit der Hand, ſondern mit dazu verfertigten ledernen Schleudern werfen ließe (w. n. i.) Dies geſchah bei der Vertheidigung von Landau durch die Franzoſen 1704, und hielt das Vorrücken der Belagerungsarbeiten ſehr auf.

Die Handgranaten ſind 3½ Zoll im Durchmeſſer groß, haben oben 4 Linien und unten 5 Linien Eiſenſtärke und wiegen 3 bis 4 Pfund. Ihre Brandröhren müſſen 12 bis 15 Sekunden dauern, und kann man mit der Hand die Granate 50 bis 60 Schritt weit werfen.

Handmühlen (Moulins à bras) ſollten nie bei der Ausrüſtung einer Feſtung fehlen, wenn ſich beſonders nicht mehrere Waſſer- oder Roßmühlen in derſelben befinden. Man iſt dadurch im Stande: auch das ungemahlene Getreide anzuwenden, ſelbſt wenn durch das Bombardement oder durch einen andern Zufall die vorhandenen Mühlen unbrauchbar geworden ſind.

Handramme (Dame oder Demoiselle) wird bei dem Erdbau zu dem Feſtſtampfen der Erde angewendet. Sie beſtehet aus einem runden Holzſtück 2½ Fuß lang, unten 14 bis 18 Zoll im Durchmeſſer, oben aber etwas ſchwächer und mit einem Handgriff verſehen, der in die Quere hindurch geſchoben wird. Bei den Ausrüſtungen pflegt man auf jedes Geſchütz 2, oder auch auf 50 Schaufeln 1 Handamme zu rechnen. Sie laſſen ſich im Nothfalle auch leicht aus 4½ Fuß langen Balkenſtücken verfertigen, wenn ſie 9 bis 12 Zoll ins Gevierte halten, wo man den obern Theil 2½ Fuß lang verſchwächet, daß er bequem mit der Hand umfaßt werden kann.

Handſchlägel (masse à main) werden von feſtem, hartem Holze verfertigt und mit einem 6 Zoll langen Stiel verſehen. Die Handſchlägel der Minirer ſind von Eiſen, und auf der Bahn verſtählt. Sie wiegen 5 bis 7 Pfund.

Haubitzen leiſten bei dem Angriff, wie bei der Vertheidigung, den Feſtungen ſehr weſentliche Dienſte. Bei dem Angriff ſind ſie das vornehmſte Geſchütz der Rikoſchetbatterien, weil ihre Projektilen auch dann noch Schaden thun, wenn ſie eigentlich ihres Zieles verfehlt haben. Man ſetzt daher die Rikoſchetbatterien zur Hälfte aus Kanonen und Haubitzen zuſammen. Dies iſt um ſo eher möglich, als die Siebenpfündigen hierzu eben ſo gut brauchbar ſind, als die Zehn= oder Zwanzigpfündigen; obgleich ihre Wirkung bei dem Zerſpringen etwas geringer iſt, als die der letzteren.

In den halben Parallelen legt man ebenfalls Haubitzbatterieen an, die Senkſchüſſe gegen den bedeckten Weg thun, um die Palliſaden zu zerſtören und das Beſtürmen derſelben zu erleichtern. Bei einer Feſtung nach Cohorns Manier ſind die Granaten gegen die verſenkten Coffer vor den eingehenden Winkeln ebenfalls nicht ohne Wirkung, weil auch die fehlgehenden in dem dahinter liegenden Waffenplatze das gemauerte Reduit zerſtören. Durch die Oeffnungen der Gräben und des bedeckten Weges feuern dieſe Haubitzen zugleich gegen die Façen der Bollwerke und Raveline, um hier die Erdwälle durch die darinnen ſpringenden Granaten um ſo ſchneller zu vernichten. (S. Granaten.) Bousmard (Essai général de fortificat.) ſetzt ein hohes Vertrauen auf dieſen Gebrauch der Haubitzen, das auch durch die bei der Preußiſchen Artillerie gemachten Erfahrungen einigermaaßen beſtätiget worden iſt. S. Eindringen. Man wird daher auch bei der Vertheidigung ſich der Granaten mit Vortheil gegen die Batterien der Belagerer bedienen können, wo ſie zugleich Gelegenheit darbieten: durch — der Ladung beigemiſchten geſchmolzenem Zeug die Faſchinirung in Brand zu ſtecken.

Mit gleichem Nutzen werden die Haubitzen in den vorſpringenden Winkeln des bedeckten Weges gebraucht, um die auf den Capitalen hinlaufenden feindlichen Sappen zu rikoſchettiren. Auch beim Sturm ſind ſie hinter dem Abſchnitte von guter Wirkung, weil ſie eine größere Kartätſche ſchießen, und weil man Granaten mit ganz kurz tempirten Brändern gegen die Stürmenden anwenden kann.

Hauptlinie ſ. Capitale.

Hauptminengang (galerie Magistrale) läuft bald dicht an der Futtermauer der Contreſcarpe, bald unter der Mitte des bedeckten Weges, bald auch unter oder vor dem Kamme deſſelben herum und dient zur Verbindung der nach dem Felde gehenden Aeſte und Horchgänge. Ihre Hauptbeſtimmung iſt die Zerſtörung der feindlichen Breſchbatterien, ſie mögen nun auf dem Kamm des Glacis oder unten im bedeckten Wege liegen. Bringt man demnach die Hauptgallerie unter letzterem an: muß man die Zerſtörung der Breſchbatterien durch den Verluſt der Hauptgallerie und der Contreſcarpe erkaufen. Unter dem Auftritt des bedeckten Weges aber iſt ſie den Punkten zu nahe, auf denen der Feind ſeine Batterien anlegen kann und erlaubt daher keine richtige Entwickelung des Minenſyſtems. Es ſcheint hieraus zu folgen: daß der zweckmäßigſte Ort für den Hauptminengang die Contreſcarpe ſelbſt ſey, wo noch durch die Futtermauern eine Erſparniß der Widerlage des Gewölbes bewirkt wird, und wo man auch in den Ausrundungen der Gräben leicht Schießlöcher anbringen kann, ſobald man es für gut findet.

Man macht ihr zwar hier den Vorwurf: daß der Feind ſie entdeckt, wenn er in den Graben hinab ſteigt. Allein, dies geſchieht erſt, nachdem er ſich des bedeckten Weges bemeiſtert und ſeine Breſchbatterien angelegt hat. In dieſem Augenblick aber iſt die Beſtimmung des Hauptminenganges völlig erfüllt, ſobald ſeine Einrichtungen die Schwierigkeiten begünſtiget, welche man dem Feinde bei jenen Arbeiten entgegenſetzen kann.

Weil alle nach dem Graben hinausführende Oeffnungen zugemauert werden müſſen, ſobald der Feind ſich dem bedeckten Wege nähert; muß man die Verbindung mit der Hauptgallerie durch einige, unter dem Graben hindurch geführte Gänge erhalten, die man durch darauf geſchüttete Erde gegen die Bomben ſichert. Die bequemſte Stelle für dieſe Gänge wäre die Kehle der Waffenplätze in den eingehenden Winkeln, wo ihr Ausgang nach der Hauptgallerie durch ein beſonderes Logement gedeckt werden kann. Sie laufen nach den Schultern der Bollwerke, und von da in die Feſtung.

Hauptwacht (corps de garde) dient in Feſtungen bei einem unerwarteten Anfall oder bei einer Empörung der Ein=

wohner als Rückzugs- und Unterſtützungsposten für die ſich ſammelnde Beſatzung. Sie muß daher immer auf einem freien Platze liegen, wo ſie die Ausſicht nach mehrern Hauptſtraßen hat, und dieſelben mit den, vor ihr aufgefahrnen Kanonen beſtreichen kann. Da die Hauptwacht gewöhnlich ſtark beſetzt wird: iſt bei ihrer Erbauung auf die dazu erforderliche Größe Rückſicht zu nehmen, worüber unten am gehörigen Orte das Nöthige beigebracht werden wird. S. Wachthäuſer.

Hebeleiter, ein genugſam bekanntes, in den mathematiſchen Compendien beſchriebenes, mechaniſches Rüſtzeug, das aus einem langen und ſtarken Hebelarm beſtehet, deſſen Ruhepunkt vermittelſt des, durch die beiden Schenkel geſchobenen Bolzens nach Gefallen erhöhet oder erniedriget werden kann. Die Hebeleiter wird jedoch mehr bei der Artillerie als bei dem Bauweſen angewendet.

Hebeſchraube findet wegen ihrer ungeheuren Kraftäußerung im Bauweſen häufige Anwendung, um große Steine und andere Laſten in die Höhe zu heben. Hölzerne Gebäude, die durch die innere Verbindung der Schwellen, Rähmen und Riegel feſt zuſammen gehalten werden, laſſen ſich durch Anbringung einiger Hebeſchrauben im Ganzen empor heben, um ſie mit einer Grundmauer zu verſehen u. ſ. w. „Bei der Hebeſchraube „verhält ſich die, am Ende eines, ſenkrecht auf ihrer Achſe ſte„henden Hebels, angebrachte Kraft zur Laſt, die in der Rich„tung die Axe drückt, wie die Höhe eines Schraubenganges „zu dem Umdrehungskreiſe, welcher das Ende des Hebels be„ſchreibt, und der die Länge deſſelben, von der Axe der Schrau„be an, zum Halbmeſſer hat.“ Man ſehe: Prony Architectura hydraulica, §. 139. 339. 1077.

Heftlatten (Tringles) werden in den Minenſchächten und Gallerien von einem Rähmen zum andern genagelt, um das Verſchieben derſelben zu verhindern. p. Fig. 10. Tab. I. Sie ſind zu dem Ende gegen 4 Fuß lang, 1½ Zoll breit und 1 Zoll ſtark. Man befeſtigt ſie mit 2 Zoll langen eiſernen Nägeln in die ſchon vorher gebohrten Löcher; oder beſſer, mit Holzſchrauben, um das Geräuſch bei dem Einſchlagen der Nägel zu vermeiden. Sie werden entweder in gerader Richtung, oder auch auf die Fig. 10. bemerkte Weiſe angebracht, wodurch man etwas an dem Holzaufwande erſpart, weil hier 2 Latten von 3½ Fuß, in dem erſteren Falle aber 4 Latten von 3 Fuß auf jeden Rähmen nöthig ſind.

Hecken ſ. Strauchwerk.

Herſtellung der Breſche (Réparation de la brèche) muß ſogleich nach erfolgter Uebergabe der Feſtung geſchehen,

und, ſo wie das Zuſchütten der Laufgräben mit dem größten Eifer betrieben werden, um durch eine unerwartete Erſcheinung des Feindes nicht in Verlegenheit geſetzt zu werden, ſondern ihm kräftigen Widerſtand leiſten zu können. Da hier keine langwierige Arbeiten zu unternehmen ſind: muß man blos den Wall und Graben von den heruntergeſchoſſenen Trümmern reinigen, und jenem, anſtatt der eingeſtürzten Futtermauer, eine neue Unterſtützung geben. Nachdem die im Graben befindliche Erde von den Steinen abgeſondert worden, bringt man ſie wieder auf den Wall, um ſie hinter der zur neuen Verkleidung dienenden Faſchine anzuſchütten, und jede Lage von etwa 10 Zoll Höhe ſo feſt als möglich zu ſtampfen. Die zu beiden Seite der Breſche noch ſtehende Futtermauer, die von den feindlichen Kanonenkugeln zertrümmert und erſchüttert iſt, muß vollends abgetragen werden, weil ſie doch keine Dauer gewähren würde. Anſtatt ihrer werden abwechſelnde Lagen von 10 Zoll ſtarken, gut verpfählten Faſchinen und Erde aufgeführt, indem man zuerſt eine dicke Faſchine nach der äußeren Böſchungslinie der Futtermauer legt, und die hinter ihr angeſchüttete Erde feſtſtampft. 4 Fuß hinter ihr wird eine zweite, und in gleicher Entfernung hinter ihr eine dritte Faſchinenreihe angepflöckt, die man, zu noch größſerer Feſtigkeit, mit ſtarken Weiden untereinander verbindet. Auf dieſe Faſchinen A. B. C. und die zwiſchen ſie geſtampfte Erde, kommt eine Lage 12 Fuß langer, dicht nebeneinander gelegter Faſchinen, D, die mit den Köpfen vorn heraus ſtehen, und mit dem hintern Ende in den Wall reichen. Sie werden mit drei queer herübergelegten Faſchinenreihen E E E Fig. 136. und mit dazwiſchen geſtampfter Erde bedeckt, und man fährt auf dieſe Weiſe fort, bis die ganze Verkleidung die Höhe der Futtermauern erreicht hat.

Um das Erſteigen dieſes Wallſtückes zu hindern, pflegt man daſſelbe wohl auch in der Höhe des Mauerbandes mit Sturmpfählen oder Freiſen zu verſehen (w. n. i.). Sie haben jedoch allgemein den Nachtheil: dem ſtürmenden Feinde ein Obdach gegen die, auf ihn herab geworfenen Handgranaten zu gewähren, und bei einem förmlichen Angriff ſchon durch die erſten Batterien zertrümmert zu werden. Bei einem trocknen Graben iſt es daher vortheilhafter: den Fuß des Walles mit einer Reihe Defenſionspalliſaden gegen die Erſteigung zu ſchützen, die von dem feindlichen Feuer beinahe gar nicht getroffen werden können.

Heu- und Strohmagazine ſind allezeit ein gefährlicher innerer Feind einer Feſtung, in der ſie ſich befinden; und dennoch ſind ſie unentbehrlich: entweder, um der zur Beſatzung gehörenden Reiterei, oder auch wohl einem in der Nähe ſtehenden

Armeekorps, zum Unterhalt zu dienen. Da man zu dem erſteren Behuf eine ungleich geringere Menge Futters bedarf, läßt ſich daſſelbe auch bisweilen unter geblendeten und folglich gegen das feindliche Feuer ſichern Gebäuden unterbringen. Die für ein ganzes Armeekorps beſtimmten Vorräthe aber erfordern einen zu großen Raum; man kann ſie nur in den Waffenplätzen des bedeckten Weges, an einigen Stellen eines trocknen Grabens, und mit einem Worte, an ſolchen Orten anhäufen, die durch ihre Lage den feindlichen Bomben weniger ausgeſetzt ſind. Hier muß allein die Beſchaffenheit des Lokales und der Umſtände zur Richtſchnur dienen.

Hinderniſſe der Annäherung ſind ſolche Dinge, welche entweder den unmittelbaren Angriff des Feindes hindern, als Palliſaden, Vorgräben, Wolfsgruben, Verhacke, angepflanzte Hecken und Strauchwerk, und Ueberſchwemmungen; oder ſolche, durch welche die Führung der feindlichen Belagerungsarbeiten erſchwert wird. Dahin gehören ein entweder ſumpfiger und naſſer, oder ein felſiger Boden — an deſſen Stelle man in der neueren Zeit wohl auch die Grabenſohle oder das Glacis, bis auf eine gewiſſe Tiefe mit Steinen gepflaſtert hat — ein ſteiler Bergabhang, Bäume und Sträucher, die man abhauen kann, und deren im Erdboden zurückbleibende Wurzeln das Vortreiben der Laufgräben und die Anlegung der Batterien erſchwert; endlich die unter dem bedeckten Wege liegenden Gegenminen. Es fällt in die Augen: daß alle dieſe Dinge, einzeln oder gemeinſchaftlich angewendet, die Widerſtandsfähigkeit einer Feſtung erhöhen. Ihr Gebrauch hängt jedoch immer von Lokalumſtänden ab, die den Ingenieur nöthigen, dem einen oder dem andern dieſer Mittel den Vorzug zu geben. Ueber ihre einzelne Anwendung, ſo wie über ihre Vortheile und Nachtheile ſehe man unter den zugehörenden Artikeln.

Höhe der Feſtungswerke (le Relief) iſt entweder die abſolute, und wird von der Grabenſohle an gerechnet, oder die relative, in Beziehung auf den Horizont, oder auf ein vor- oder dahinter liegendes Werk; daher ſie — wenn ſie das letztere überhöhet — das Commandement genannt wird. (S. Ueberhöhen.) Könnte man die Feſtungen überall auf einem durchaus gleichen Boden anlegen, würde es blos der abſoluten Höhe der Werke bedürfen, die eben zureichend iſt: den inneren Raum gegen die feindlichen Stückkugeln zu ſichern, und die aus dem Graben kommende Erde unterzubringen. Allein, die zufälligen Umſtände, umliegende Höhen u. dgl. fordern oft eine gröſſere Wallhöhe, die ſich an jedem Polygon, ja wohl an jedem einzelnen Theile deſſelben abändert. (S. Defilement.) Man

beſtimmt ſie für jeden dieſer Fälle durch die Profile, oder Durchſchnittsflächen, welche die Façen der Werke ſenkrecht durchſchneiden. Soll demnach eine Feſtung als gut profilirt angeſehen werden, müſſen ihre verſchiedenen Werke einander gehörig decken, und die Futtermauern derſelben nicht aus dem vorliegenden Felde geſehen oder beſchoſſen werden können, ſondern die oberen Flächen der Bruſtwehren mit dem Glaçis eine fortlaufende Ebene bilden.

Die alten Kriegsbaumeiſter erhoben ihre Wälle nicht ohne Grund 26 bis 30 Fuß über das Feld, um dieſes überall hinreichend beſtreichen und die Laufgräben des Feindes auf jedem Punkte durch Senkſchüſſe treffen zu können. Es fällt jedoch in die Augen: daß ſich die unerläßliche Deckung der Verkleidungsmauern durch das Glaçis hiermit nicht ganz vereinigen läßt, und daß man den Werken nicht völlig die jener Abſicht entſprechende Höhe geben kann. Mehrere Ingenieure haben daher ſie nur etwa 12 bis 14 Fuß über den Horizont erhoben, ſo daß die Futtermauer mit dem Kamme des Glaçis in einer Höhe lieget. Allein, dadurch gehet die Möglichkeit verloren: von dem Walle aus mit dem Geſchütz die Laufgräben in B. Fig. 23. Tab. III. beſchießen zu können, ohne die hinter dem Glacis F G ſtehende Beſatzung des bedeckten Weges zu treffen. Denn, wenn dieſe nichts zu befürchten haben ſoll, muß der Auftritt des bedeckten Weges F wenigſtens 9 Fuß, oder der Kamm des letzteren 4 Fuß unter der Schußlinie B D liegen, die man $3\frac{1}{2}$ Fuß tiefer annehmen muß, als die Krone der Bruſtwehr K. In dem vorliegenden Falle aber ſtreichen die Kugeln nicht höher als 5 Fuß über den Auftritt hinweg, und die Beſatzung muß während des Kanonenfeuers denſelben verlaſſen. Selbſt eine Höhe von 16 Fuß iſt hier noch nicht hinreichend, und die Stückkugeln — wenn ſie 8 Fuß über den Auftritt des $7\frac{1}{2}$ Fuß hohen bedeckten Weg hinweg gehen ſollen, können erſt auf 150 Ruthen von der Feſtung die Belagerungsarbeiten treffen, und dieſe werden völlig unter deren Geſchütz ſeyn, ſobald ſie näher an die Feſtung heran rücken. Dies iſt der Grund, warum andere ihren Feſtungswerken 18 Fuß Höhe gegeben haben, und Vauban ſie 21 bis 22 Fuß ſetzt. Sie kommen jedoch hier bis 14 Fuß über den Kamm des bedeckten Weges empor, und die Futtermauern können ſchon von der erſten Batterie aus 12 Fuß hoch geſehen und herunter geſchoſſen werden.

Wenn es nun überhaupt bei Beſtimmung des Umriſſes einer Feſtung darauf ankommt: daß ihre Werke das umliegende Terrain vollkommen beſtreichen, damit der Belagerer bei ſeinem Vordringen auf jedem Punkte von einigen ihrer Theile geſehen iſt; und wenn zugleich jenes Beſtreichen des Feldes ungehindert der auf dem Banket des bedeckten Weges ſtehenden Be-

ſatzung geſchehen muß: ſo folgt, daß die Höhe der Feſtungswerke 1) von der Höhe des gegenüber liegenden Glaçis, 2) von der Entfernung deſſelben von der innern Böſchung der Bruſtwehr, und endlich 3) von der Weite abhängt, in welcher die zu beſchießenden feindlichen Belagerungsarbeiten von der eben erwähnten inneren Böſchung der Bruſtwehr liegen. Dieſe 3 Dinge aber werden allein durch den Umriß der Feſtung beſtimmt; die Höhe der Werke kann daher auch nicht unveränderlich ſeyn, ſondern muß vielmehr aus der Lage, Größe und Form der Werke herfließen.

Es iſt ſchon vorher (Artik. bedeckter Weg) die nothwendige Höhe des Glacis über dem Horizonte auf 6 Fuß vor dem Ravelin, und auf 7½ Fuß vor den Brillenwerken und vor den Waffenplätzen der eingehenden Winkel geſetzt worden; die geringſte Höhe des Walles muß demnach 11 bis 12½ Fuß ſeyn und die vorſpringenden Winkel des bedeckten Weges um 5 Fuß überhöhen, damit der auf letzteren angekommene Feind nicht die Façen der Werke enfiliren kann. Endlich muß das Kanonenfeuer wenigſtens in die dritte Parallele reichen, und den zwiſchen 2 Capitalen fallenden Theil derſelben beſchießen können. Hieraus läßt ſich denn leicht die geſuchte Höhe der Feſtungswerke finden, wenn man AF = der Entfernung der innern Fläche des Glaçis von der Feuerlinie des Hauptwalles, FG = der Höhe, in welcher die Kugel über den Auftritt des Glaçis hinweggehen muß, 11½ Fuß, und AC = der Entfernung der dritten Parallele ſetzt. Man bekommt nämlich wegen der ähnlichen Dreiecke ACD und GCF

$$FC : AC = FG : AD$$

wo FG unveränderlich iſt, FC und AC aber durch den Umriß beſtimmt werden. Zu AD, welches nur die Wallhöhe bis an die Sohle der Schießſcharten giebt, muß noch 3½ Fuß, als die Höhe der Merlons hinzugefügt werden.

Es iſt aber z. B. in der erſten Vaubaniſchen Befeſtigungsmanier die Baſtionsfaçe 300 Fuß, die Ravelinfaçe 260 Fuß, der Waffenplatz im bedeckten Wege 60′, und die Grabenbreite 90 Fuß; man erhält dadurch, wenn man AC allgemein für 677 Fuß annimmt, AC — AF = 677 — 215 = 462′, und daher

Logar.	677.	=	2. 8305887
Logar.	11,5.	=	1. 0606978
			3. 8912865
Logar.	462	=	2. 6646420
			1. 2266445

welches 16 Fuß für AD und folglich 19½ Fuß zur ganzen Wallhöhe giebt, nur wenig von Vaubans angenommen (Höhe 20 Fuß) verſchieden.

Da es hier blos darauf ankommt: in der vorher gegebenen Gleichung den Werth der beiden erſten Glieder FC und AC zu ſetzen, der durch die Grabenbreite, durch die Größe der Waffenplätze in den eingehenden Winkeln und durch die Länge der Ravelinfaçen beſtimmt wird: ſo hat die Sache ſelbſt weiter keine Schwierigkeit. Man findet für den Fall, wo die Ravelinfaçen 360 Fuß ſind, etwas über 18 Fuß, bei ſolchen Waffenplätzen aber, die durch Reduits vergrößert werden, 21,183 Fuß für die Wallhöhe. Die Wallhöhe der übrigen Werke: des Ravelins, der Grabenſcheere, der Reduits im bedeckten Wege, der Contregarde ꝛc. findet ſich unter den zugehörigen Worten angegeben.

Holz iſt in der Kriegsbaukunſt, ſo wie im gemeinen Leben, von einer ſehr ausgebreiteten und mannichfachen Anwendung. Bei dem Bauen dient es vorzüglich zu dem Gebälke der Böden und Dächer, zu den Fußböden und Thüren ꝛc. Das Holz iſt entweder Laub- oder Nadelholz, von dem das erſtere ſich mehr zu dem Waſſerbau eignet, theils wegen ſeiner größeren Härte, die es zu Grundpfählen u. dgl. geſchickter macht; theils aber auch wegen der Eigenſchaft: im Waſſer eine größere Feſtigkeit und längere Dauer zu bekommen, welches bei den Nadelhölzern nicht durchgehends derſelbe Fall iſt. Weil jedoch die letzteren in den nördlicheren Gegenden Deutſchlands ſehr häufig wachſen, werden ſie auch hier am gewöhnlichſten als Bauholz angewendet. Ihre bei uns bekannten Arten ſind:

1) Der Lerchenbaum (pinus larix L.), auch die Lerchentanne, ein wegen ſeines feinen Harzes ſehr feſter und dauerhafter Baum, würde als Bauholz jeder Art vor allem übrigen den Vorzug verdienen, wenn man ihn häufiger anträfe. Er wird aber in den meiſten Gegenden Deutſchlands nur einzeln und als ein Pflegling der Gartenkunſt gefunden. Sein ſpezifiſches Gewicht — das Waſſer zu 10000 geſetzt — iſt 5857, und wiegt ein Würfelfuß 41 Pfund.

2) Die Kiene, Kiefer oder Föhre (pinus sylvestris) iſt ein immergrüner Baum, und durch ihr vieles Harz dauerhafter, als die folgenden beiden Holzarten. Bei dem Mangel an Eichenholz kann man ſich ihrer auch mit Nutzen zu Waſſerbauten bedienen. Das eigenthümliche Gewicht dieſes Holzes iſt 3960, das eines Würfelfußes aber $41\frac{11}{16}$ Pfund.

3) Die gemeine Tanne oder Weißtanne (pinus abies) hat 4980 oder in ſehr trocknem Zuſtande 4350 ſpezifiſche Schwere; ein Würfelfuß wiegt in letzterem Falle $30\frac{1}{2}$, und im erſteren gegen 35 Pfund. Ihre große Länge und Stärke macht ſie zu jeder Art Bauholz geſchickt, obgleich ſie wegen ihres wenigeren Harzes bei weitem nicht ſo dauerhaft iſt, als die Kiene. Man

findet ſie häufig in Oſtpreußen und Litthauen, nicht aber in der Mark und in Pommern.

4) Die Fichte, oder Rothtanne iſt etwas ſchwerer, als die Weißtanne, und wiegt ein Würfelfuß 36 Pfund; ihr Gewichtsverhältniß iſt 5210. Die aus dieſem Holze geſchnittenen Bretter haben gewöhnlich nicht die Dauer der kienenen, obgleich ſie beſſer ſind, als die tannenen.

Unter den Laubhölzern, die in Europa durchgehends im Winter ihr Laub verlieren, ſteht die Eiche, als das häufigſte und nützlichſte, oben an. Ihr feſtes, ſtarkes Holz macht ſie für das Bauweſen vorzüglich geſchickt, beſonders 1) die Traubeneiche (Quercus robur), deren ſpezif. Schwere in ſehr trocknem Zuſtande 9285, und das Gewicht eines Würfelfußes $65\frac{1}{3}$ Pfund iſt. Die täglich zunehmende Seltenheit dieſes Holzes aber macht: daß man ſich ſeiner nur mit Sparſamkeit bei dem Schiffbau, ſo wie zu den Fachbäumen, Schleuſentrempeln und Thoren ꝛc. bedienen kann. Die daraus geſchnittenen Bohlen und Dielen müſſen einige Zeit in fließendem Waſſer ausgelauget und nachher gut getrocknet werden, um ihre Dauer zu erhöhen. Von geringerem Werth iſt

2) die Stieleiche (Quercus foemina), die zwar ſchneller empor wächſt, deren Holz aber bei weitem nicht die Feſtigkeit und Dauer der Traubeneiche beſitzt. Ihre ſpez. Schwere iſt 7940, und das Gewicht eines Würfelfußes $55\frac{1}{2}$ Pfund.

3) Die rauhe Ulme (Ulmus sativa) und 4) die glatte Ulme (Ulmus campestris) werden wegen ihres ſtarken, ſich nicht krumm ziehenden Holzes zu Mühlenwellen, Waſſerrädern und Schirrholz gebraucht. Sie hat 6713 ſpezif. Schwere, und ein Würfelfuß wiegt 47 Pfund.

5) Der Hornbaum, unrichtig die Weißbuche oder Hagebuche (Carpinus betulus), hat ein ſehr feſtes Holz und feine Fibern. Es wird zu Getriebſtöcken, Kämmen, Rollen und allen Arten Mühlenzeug angewendet. Die Verhältnißzahl ſeiner Schwere iſt 8905; und das Gewicht eines Würfelfußes $62\frac{1}{3}$ Pfund.

6) Von derſelben guten Beſchaffenheit iſt das Holz des Ahorns (Acer pseudo-platanus), das aber nicht häufig gefunden wird, und daher mehr bei Tiſchlerarbeiten als bei Bauwerken ſeine Anwendung findet. In größerer Menge findet ſich

7) die Maſtbuche oder Rothbuche (Fagus sylvatica), die ein gutes, feſtes Holz hat; jedoch in freier Luft nicht dauerhaft und dem Wurmfraße ſehr unterworfen iſt. Es wird gewöhnlich zu Grundpfählen gebraucht; dieſe müſſen aber gleich nach dem Fällen eingerammt werden, weil ſie außerdem ſehr krumm werden.

8) Die Eller oder Elſe (Betulus alnus) dient zu demſelben Zweck.

9) Die Eſche (Fraxinus excelsior) und die Birke (Betula alba) haben zwar ein zähes Holz, und dienen deshalb zu Mühlenzeug und Lattſtämmen, werden aber — beſonders die erſtere — für einen allgemeinen Gebrauch nicht häufig genug gefunden.

Von den weichen Laubholzarten iſt blos die Aspe oder Zitterpappel und die Silberpappel zu Lattſtämmen anwendbar; die andern Pappel- und Weidenarten, ſo wie auch die Linde, haben ein zu weiches, brüchiges Holz, daher ſie blos zu Tiſchlerarbeiten gebraucht werden können.

Das Holz wird entweder im Walde auf dem Stamme abgeliefert, oder rund angefahren. Man muß demnach aus ſeinem Umfange zu beurtheilen wiſſen: ob es auch die erforderliche Stärke haben wird, nachdem es vierkantig zu Balken behauen worden iſt? Bei dem liegenden Rundholze hat das Meſſen des mittleren Umkreiſes keine Schwierigkeit; bei noch ſtehenden Bäumen aber wird vermittelſt eines in Zolle und Linien getheilten Riemens der Umkreis unten am Stamm, und 8 Fuß weiter oben gemeſſen, jede dieſer Peripherieen mit ihrer zugehörenden Höhe multiplizirt, die Differenz der Produkte durch die Entfernung beider Peripherieen voneinander getheilt. Der Quotient iſt alsdann die höchſte Peripherie des Baumes, der bekanntlich als ein abgeſtumpfter Kegel angeſehen und berechnet wird, nachdem man ſeine Höhe auf eine der bekannten geometriſchen Verfahrungsarten gemeſſen hat. Um nun nach dem Bedürfniß der Balkenſtücke die Stärke des Rundholzes beſtimmen zu können, ſo enthält umſtehende Tafel für die gewöhnlichen Balkenſtücken die erforderliche Dicke des Baumes.

Zu einem 4kantigen Balken	Muß der Baum im Durchmeſſer haben:	Sein Umkreis muß ſeyn:	Der beſchlagene Balken hat Kubik-Fuß bei einer Länge von			
			16 Fuß.	24 Fuß.	32 Fuß.	40 Fuß.
3 Zoll.	$4\frac{3}{22}$ Zoll.	13 Zoll.	1,3	2	2,9	3,6
$3\frac{1}{2}$	$4\frac{17}{22}$	15	2,3	3,6	4,9	6
4	$5\frac{8}{11}$	18	2,9	4	5,6	6,9
$4\frac{1}{2}$	$6\frac{4}{11}$	20	3,3	5	6,6	8,3
5	7	22	4	6	8	10
$5\frac{1}{2}$	$7\frac{7}{11}$	24	4,9	7	9,6	12
6	$8\frac{3}{11}$	26	5,6	8	11	14
$6\frac{1}{2}$	$9\frac{5}{22}$	29	7	10,6	13,9	17,3
7	$9\frac{19}{22}$	31	8,3	12	16	19,9
$7\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	33	9	13,6	18	22,6
8	$11\frac{1}{5}$	$35\frac{17}{100}$	10	15,3	20,3	25,6
$8\frac{1}{2}$	$11\frac{9}{10}$	37	11,3	17	22,6	28,3
9	$12\frac{8}{11}$	40	13,3	19,9	26,6	33
$9\frac{1}{2}$	$13\frac{4}{11}$	42	14,6	21,9	29	36,6
10	14	44	16	24	32	40
$10\frac{1}{2}$	$14\frac{7}{11}$	46	17,6	26,3	35	43,6
11	$15\frac{2}{5}$	$48\frac{7}{20}$	19	29	39	49
$11\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{10}$	$50\frac{11}{20}$	21,6	32,3	43	53,9
12	$16\frac{19}{22}$	53	23,3	34,9	46,6	58
13	$18\frac{5}{22}$	$57\frac{7}{50}$	27,6	40,9	54,6	68,6
14	$19\frac{8}{11}$	62	31,9	47,6	63,6	79,3
15	21	66	36	54	72	90
16	$22\frac{5}{11}$	71	41,6	62	83	104
17	$23\frac{19}{22}$	75	46,6	69,9	93	116,3
18	$25\frac{3}{22}$	79	51,6	77,3	103	129
19	$26\frac{8}{11}$	84	58,6	87,9	116,9	146
20	28	88	64	96	128	160
24	$33\frac{8}{11}$	106	93	139,3	185,9	232,3
30	42	132	144	216	288	360
36	$50\frac{11}{12}$	159	209	313,6	—	—
40	56	176	256			
42	$58\frac{19}{22}$	185	282,9			

Starke Hölzer werden nicht länger als 16′ gefunden.

Nach Verſchiedenheit der Stärke bekommt das Bauholz auch beſondere Namen, als:

	Länge.	Stärke des Rundholzes.	Stärke des beſchlagenen.	Anwendung des Holzes.
Sägeblöcke.	16—24 Fuß.	14 bis 24 Zoll.	10 — 12 Zoll.	Zu 3zolligen Bohlen und 1½zolligen Dielen, oder zu 3 Zoll breiten Latten.
Extraordinär ſtarkes Bauholz.	40—60 Fuß.	am Zopf 16—18 Zoll.	14 — 16 Zoll.	Zu Mühlenwellen, ſtarken Dielen für den Schiffbau, Brückenbalken und Unterzügen.
Starkes Bauholz.	40—48 Fuß.	am Zopf 10—13 Zoll.	9 — 12 Zoll.	Zu Balken, Grundbäumen, Schwellen und Eckſtändern.
Mittel-Bauholz.	36—40 Fuß.	am Zopf 8—10 Zoll.	7 — 9 Zoll.	Zu ſchwächern Balken, zu Ständern und Wandſtiehlen.
Klein Bauholz.	32—36 Fuß.	am Zopf 6—7 Zoll.	5 — 6 Zoll.	Zu Säulen, Ständern und Grundpfählen.
Bohlſtämme.	24—32	4—6 Zoll.	3 — 5 Zoll.	Zu Dachſparren u. dergl.
Lattſtämme.	24—30	3—4 Zoll.	bleiben rund	Zu Stroh- und Rohrlatten, in der Mitte geſpalten.

Wird ſtarkes Bauholz in der Mitte der Länge nach hindurch geſchnitten: ſo bekommt es den Namen Halbholz, und dienet anſtatt des Mittelbauholzes; zweimal über das Kreuz geſchnitten, wird es als Bänder, Riegel ꝛc. angewendet, und heißt Kreuzholz. Da nun jeder Stamm das Doppelte ſeiner Länge an Halbholz, und das Vierfache deſſelben an Kreuzholz giebt: muß nothwendig dadurch eine bedeutende Holzerſparniß entſtehen, weil nun auch die äußern runden Abgänge nicht in die Späne fallen, ſondern als Schwarten, d. h. rindſchälige Bretter brauchbar ſind. Ein Block, von 14 Zoll im kleinen Durchmeſſer giebt übrigens

3 zollige Bohlen	4.
2 — —	6.
1½ zollige Dielen	8.
1¼ — —	9.

1 zollige Bretter 10.
Latten 25.

Man rechnet gewöhnlich ein, bisweilen auch zwei Bretter Abgang bei dem Schneiden auf der Mühle, und geben 5 ſtarke kienene Bäume 2 Schock Bretter von 15 Fuß Länge. Man ſehe über dieſen Gegenſtand auch v. Borgsdorfs Forſthandb.; und im Wörterb. d. Artillerie den Artik. Holz.

Holzhaufen, brennende, dienen zu Vertheidigung der Breſche, wenn ſie an dem Fuß derſelben angezündet werden, um dem Feinde das Heraufſteigen zu verwehren. Vor Eröffnung der Tranſchee würden große Holzhaufen, die von den dabei ſtehenden Wachten angezündet werden, ein weit helleres Licht verbreiten und daher ungleich vortheilhafter ſeyn, als die auf das Ohngefähr geworfenen Leuchtkugeln. Ihnen ſtehet blos entgegen: daß ein aufmerkſamer und thätiger Feind ſich ihrer entweder vorher bemächtigen, oder ſie wenigſtens anzünden kann. Allein, man ſollte im Kriege vielmehr das in Anſchlag bringen, was der Feind gewöhnlich thut, als das, was er thun kann, und eigentlich thun ſollte.

Horchgänge (Ecoutes) ſind die der Rameaux vor- und ſeitwärts getriebenen kleinen Gänge, vermittelſt deren man das Vorrücken des feindlichen Minirers aufſpüret, um ihm begegnen und ſeine Anſchläge vereiteln zu können. Man findet ſie gewöhnlich bei den Gegenminen von 3 Fuß Höhe und 2 - 5 Fuß Breite, und ſie ſind vorzüglich bei den Einfaſſungsgallerien unentbehrlich, die — weil ſie den feindlichen Globes de Compreſſion die Flanke darbieten — leicht von ihm in ihrer ganzen Länge zerſtört werden können, wenn ſie nicht durch eine große Menge weit vorgehender Horchgänge geſchützt werden.

Man kann dieſe Horchgänge entweder unter die Capitale des Glaçis, oder auch zu beiden Seiten neben ſie legen. In dieſem letzteren Falle gewähren ſie immer einen freien Luftzug, und können daher ſo weit vorgetrieben werden, als man es für nöthig findet. Man bleibt zugleich Meiſter der Gallerie nach dem Spielen der Minenkammern, weil eben der friſche Luftzug jene von dem Pulverdampf reiniget. Dagegen läßt dieſe Lage der Horchgänge neben und vor den Minenkammern dem Belagerer volle Freiheit, ſie anzugreifen, indem er mit einer doppelten Sappe über den Horchgängen ſelbſt vorgehet, um dieſe durch ſeine Minirer zerſtören zu laſſen, oder den Belagerten zu nöthigen: es ſelbſt zu thun. Iſt ihm auch die eigentliche Lage der Minengänge unbekannt: wird ihm doch die erſte ſpielende Defenſionsmine hinreichende Auskunft darüber geben, und der vorige Fall eintreten. Er kann ſich übrigens ohne Be-

denken 40 bis 50 Fuß ſeitwärts von den Capitalen entfernen, weil entweder um dieſe Zeit das Geſchütz der Feſtung durch die Rikoſchet- und Demontir-Batterien ſchon größtentheils zum Schweigen gebracht ſeyn wird; und wäre dieſes nicht, iſt es doch weit weniger gefährlich: im heftigſten Feuer mit einer doppelten, tiefen und hinreichend durch Traverſen gedeckten Sappe vorzugehen, als ſich der Wirkung der an den Capitalen liegenden Minenkammern auszuſetzen.

Die Lage eines einfachen Horchganges unter den Capitalen hat zwar den Nachtheil: daß er keinen freien Luftzug geſtattet, und daß man daher die unterirdiſche Vertheidigung nicht über 100 Schritt vor den ausſpringenden Winkeln anfangen kann. Wegen dieſer geringen Entfernung laſſen ſich aber auch nur eine oder zwei Lagen Minenkammern längs des Horchganges anbringen, und man muß den Pulverdampf immer durch künſtliche Mittel aus der Gallerie treiben. Allein der Feind kann zu dem unter der Capitale liegenden Horchgange nur dann erſt gelangen, wenn er die Wirkung der, in letzterem liegenden Minenkammern ausgehalten hat. Es iſt demnach unbezweifelt die Lage der Horchgänge unter der Capitale der andern vorzuziehen, wo die Gallerien zu beiden Seiten der Capitale vorlaufen. Wollte man die erſte Reihe der Minenkammern weiter als gewöhnlich in das Feld rücken, wo man zwei parallele Gänge nebeneinander treiben muß, um einen freien Luftzug zu haben: ſchlägt Mouzé vor: beide Gallerien dicht nebeneinander zu legen, ſo daß die Gewölbe auf einer gemeinſchaftlichen Widerlage ruhen. Man würde dadurch die Vortheile beider Anlagen der Horchgänge, ohne ihre Nachtheile, erlangen.

Hornwerk (Ouvrage à Corne) Fig. 137. 138. Tab. XII. beſteht aus zwei halben Bollwerken A, B mit der dazwiſchen liegenden Courtine, vor der ſich gewöhnlich ein Ravelin befindet. Seine beiden Schenkel oder lange Seiten m m dienen zu Verbindung des Werkes mit der Feſtung. Sie ſtoßen daher nach Verſchiedenheit ihrer Lage entweder an den Hauptwall, oder an die Raveline, oder auch wohl an die Lünetten im bedeckten Wege. In dem erſteren Falle läßt ſich ein Hornwerk nur an groſſen Feſtungen anbringen, weil es eine beſondere ſtarke Beſatzung erfordert. Es hat dabei den Fehler: weit in das Feld hinaus zu reichen und dem Feinde eine ſchmale, leicht zu umfaſſende, und daher auch leicht anzugreifende Fronte entgegen zu ſetzen. Die langen Schenkel a d und b c ſind ſchwer zu vertheidigen, und hat ſich der Feind einmal auf dem Glacis feſtgeſetzt, kann er ohne weiteres auf die beiden Raveline E, F oder auf die beiden Bollwerke G, H Breſche ſchießen. Hat er aber das Hornwerk erobert: iſt er hinter dem Walle der beiden Schenkel voll-

lig gedeckt, kann mit ſeiner Sappe vorwärts gehn, und der bedeckte Weg rechts und links fällt von ſelbſt in ſeine Hände, ohne daß er nöthig hat, ihn anzugreifen.

Gewöhnlich hängen die Einrichtungen und folglich auch die Dimenſionen der Hornwerke von der Lage des Ortes ab, wenn vielleicht durch daſſelbe eine jenſeit des Grabens liegende Anhöhe mit in die Feſtung gezogen, oder ein wichtiger Punkt gedeckt werden ſoll. Hat man jedoch Freiheit der Anlage, ſo wird die äußere Polygone ab 50 bis 60 Ruthen lang, auf die Capitale 40 bis 50 Ruthen von K geſetzt, und nun die Fronte a q b wie gewöhnlich, nach dem angenommenen Syſtem aufgetragen. Man darf jedoch die Façen der halben Bollwerke nicht über $\frac{2}{7}$, ja nicht einmal ſo groß machen, wenn a b nicht wenigſtens 40 Ruthen hat, weil außerdem die Courtine zu klein und der Graben vertheidigungslos werden würde. Man ziehet zuletzt die Schenkel b c und a d möglichſt ſenkrecht auf die Façen derjenigen Werke, durch die das Hornwerk vertheidiget werden ſoll; jedoch ſo: daß dieſe Werke noch das Glaçis des bedeckten Weges h s im Rücken beſchießen können, und daß die Bollwerkswinkel noch gegen 60 Grad behalten.

Die Entfernung der vorſpringenden Winkel h, die nie über 50 Ruthen ſeyn darf, beſtimmt die Größe der Waffenplätze l, deren Kehlen durch die Feuerlinien r s abgeſchnitten werden. Oft legt man auch ein Ravelin C vor das Hornwerk, um die Capitalen der halben Bollwerke und die vorſpringenden Winkel ihrer Waffenplätze h zu beſtreichen, weil dies nicht von den neben liegenden Werken geſchehen kann. Das Ravelin kann, nach Verhältniß der Polygonſeite a b, nun kleiner ſeyn und nur etwa 120 bis 180 Fuß lange Façen haben. Erlaubt es die Ausſehung der Courtine und die Höhe der Flanken: kann man auch eine Grabenſcheere r q anbringen. Zur Verbindung mit dem Ravelin wird ein Durchgang unter der Courtine, und bei einem trocknen Graben auch eine Caponiere i, ſo wie an den Waffenplätzen l halbe Caponieren angebracht.

Zu ſeiner Unterſtützung hat das Hornwerk entweder blos einen bedeckten Weg t, Fig. 137., oder eine Contregarde, oder auch wohl zwei Abſchnitte N N in ſeiner Kehle. Der bedeckte Weg t für ſich allein gewährt gar keinen Nutzen, weil er von den feindlichen Logementern auf dem Wallgange überall eingeſehen und beſtrichen werden kann.

Vortheilhafter iſt allerdings die Contregarde I, ſie mag nun vor einem Bollwerke oder Ravelin liegen; denn ſie beſtreicht das Innere des Hornwerkes in der Nähe, und macht die Fortſchritte des Belagerers gefährlicher. Vor einem Bollwerke verlängert jedoch dieſe Contregarde den Widerſtand nicht bedeutend; denn ſobald der Belagerer ſich der beiden Raveline E und F be-

meiſtert hat, iſt auch die Contregarde ſein. Vor einem Ravelin wird die Eroberung der letzteren nur dann für den Feind nothwendig, wenn ſie mit ihren Flanken in die Breſchen G und H der Nebenbollwerke ſiehet. Denn hier kann der Feind die letzteren nicht eher ſtürmen, bis er jene Flanken unthätig gemacht hat.

Weil das Feuer der, vor einem Ravelin liegenden Contregarde gerade auf die lange Seite des Hornwerkes, keinesweges aber gegen die Breſchen in demſelben, a und b. Fig. 138. gerichtet iſt: hat man zwei Abſchnitte N an die Stelle der erſteren geſetzt. Allein, auch dieſe beſtreichen die Breſche nur dann gerade, wenn man ſie ſehr weit öffnet und dadurch ihre Vertheidigung von dem Ravelin aufgiebt. Sie hindern zugleich durch ihre Höhe die Wirkung des Feuers der Bollwerke gegen dieſe Breſchen. Nächſtdem fallen die Abſchnitte mit dem Ravelin K von ſelbſt, während andrerſeits die Eroberung der Contregarde keinesweges den Fall des Ravelins verurſacht. Der Feind iſt aber auch nicht gezwungen, die Contregarde zu erobern, ſobald das Ravelin keine Flanke hat. Bei Anbringung der Abſchnitte N hingegen muß er ſich durchaus des Ravelins bemächbemächtigen, weil er nicht eher in die Waffenplätze l dringen kann, bis die beiden Abſchnitte N in ſeiner Gewalt ſind.

Das Reſultat dieſer Unterſuchungen iſt 1) Vor einem Ravelin mit Flanken legt man eine Contregarde, im Gegentheil 2) aber Abſchnitte N an, wenn das Ravelin keine Flanken hat. Dieſe Abſchnitte dürfen jedoch nur ſo weit hervor reichen, daß ſie durch die Reduits der Waffenplätze l völlig gedeckt ſind, und der Feind nicht eine Breſchbatterie Q. Fig. 138. gegen ſie errichten kann, wenn ſie die Form P M O haben. 3) Vor einem Bollwerke iſt die Contregarde vorzüglicher, als die Abſchnitte, weil jene den ganzen innern Raum des Hornwerkes vollkommen beſtreicht, anſtatt die Abſchnitte ſowohl die Breſchen, als die Spitzen der halben Bollwerke, ohne Unterſtützung laſſen.

Außer der Contregarde auch noch die Abſchnitte N und einen bedeckten Weg t in dem Hornwerk anzubringen, wenn letzteres Raum genug dazu hat: vermehrt wohl die Baukoſten, nicht aber die Widerſtandsfähigkeit. Vor einem Baſtion fallen die Abſchnitte eben ſowohl als die Contregarde mit den Ravelinen E F. Vor einem Ravelin iſt zwar die Vertheidigung um etwas ſtärker; dennoch fallen auch hier die Abſchnitte mit der Contregarde, wenn dieſe nicht wieder beſonders mit Retiraden x verſehen iſt.

Die Wallhöhe des Hornwerkes über dem Horizonte hängt nothwendig von der Höhe der Werke ab, vor denen es liegt. Sie darf deshalb vor einem Baſtion nicht über 15 Fuß ſeyn, um die Höhe der Nebenraveline nicht zu überſteigen. Vor ei-

nem Ravelin hingegen kann man dem Hornwerke bis $17\frac{1}{2}$ Fuß Höhe geben, wenn anders der Hauptwall 20 bis 22 Fuß hat. Das Ravelin des Hornwerkes würde in dem erſteren Falle 13 und im andern 15 Fuß Commandement bekommen. In dem Falle, wo das Hornwerk nicht mit der Feſtung unmittelbar zuſammenhängt, ſondern detaſchirt iſt: wird die Höhe ſeiner Wälle durch die Beſchaffenheit des vorliegenden Terrains beſtimmt.

So wie nun überhaupt jedes Hornwerk die Stärke einer Feſtung nur wenig vermehrt, obgleich es nach den vorigen Grundſätzen erbauet iſt: iſt es bei der gewöhnlichen Einrichtung dieſer Werke vielmehr nachtheilig. Faſt alle haben nämlich zu lange Schenkel, welche die Flintenſchußweite überſteigen; zugleich liegen ſie vor ſpitzen Bollwerken, wodurch ſie ſehr enge werden und ſehr weit hervorſpringen. Andere laufen mit ihren Schenkeln auf die Spitze der Werke zu, von der ſie eigentlich ihre Vertheidigung bekommen ſollen, ſo daß jene ſowohl als ihr bedeckter Weg ganz ſchutzlos ſind. Es wird dem Belagerer nun leicht, ſich des Hornwerkes zu bemächtigen, und, durch daſſelbe gedeckt, die Feſtung ſelbſt mit Bequemlichkeit anzugreifen.

Hospitäler in Feſtungen ſind zu jeder Zeit unentbehrlich, verdienen aber zur Zeit einer Belagerung ganz beſondere Aufmerkſamkeit. Während die Geſunden in Kellern und feuchten Kaſematten Sicherheit gegen die Bomben ſuchen, würde der Kranke und ſchwer Verwundete hier unfehlbar den Tod finden, von dem man ihn retten will. Es iſt daher durchaus nothwendig: in ſolchen Feſtungen, wo es keine trockne und luftigen Kaſematten giebt, ſchon bei guter Zeit für ein geräumiges Haus zu ſorgen, das man durch übergelegte Balken und aufgeſchüttete Erde Bombenfeſt macht, und zu dem Hospital einrichtet. Nun entſteht aber die Frage: wie groß der für die Kranken zu beſtimmende Raum ſeyn müſſe, damit die wahrſcheinliche Zahl derſelben gehöriges Unterkommen findet. Man rechnet eine Quadr. Toiſe oder 36 Quadratfuß auf 2 Kranke und kann annehmen, daß während einer ſechswöchentlichen Belagerung $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Beſatzung ſich im Hospital befindet, welches dann die Grundlage zu Berechnung des Hospitalraumes ſowohl, als der übrigen Bedürfniſſe giebt. Cormontaigne (Mémorial pour la défense des places) rechnet auf 800 Kranke, mit Einſchluß 534 Verwundeter

534 einfache 133 doppelte	Bettſtellen, jede mit 1 Strohſack, 1 Matratze, 1 Kopfkiſſen, 4 Bettlaken, 1 wollenen Decke.
20 einfache 30 doppelte	desgl. desgl. für 80 Krankenwärter.

3520 Hemden, 4 auf jeden Mann.
880 wollene Nachtmützen.

400 Schlafröcke.
100 Paar Leinwandhoſen, als Vorrath für den Nothfall.
400 Handtücher; auf 2 Kranke 1.
400 Schürzen für die Krankenwärter, à 4.
880 wollene und eben ſo viel leinene Kamiſöler.
880 Tücher, jedes von 1 Elle Leinwand.

Geräthe von Zinn.

8 Becher zum Trinken; 1 auf 100 Kranke.
32 Unterſchieber; 4 auf 100 Kranke.
16 Klyſtierſprützen.
48 Injectionsſprützen.
880 Speiſelöffel à 1.

Kupfernes Geräthe.

9 eingemauerte Keſſel mit Deckeln, von 100 bis 500 Quart; theils zu den Bädern, theils in die Apotheke.
5 kleine Keſſel von 12 bis 30 Quart.
9 Becken und eben ſo viel Kaſſerole.
4 Pfannen in die Apotheke.
4 Schöpflöffel in die Küche.
4 Schaumlöffel desgl.
10 meſſingene Hähne.
8 Waagen zu den Fleiſch- und Lebensmittel-Vertheilungen, nebſt den erforderlichen metallenen Gewichten.
8 desgl. in die Apotheke.

Geräthe von weißem Blech.

880 Krüge zum Trinken.
880 Trinkbecher.
880 Kammerbecken.
} Hier ſind irdene Geſchirre in der doppelten Zahl anzuſchaffen, wenn Gelegenheit dazu iſt.
64 Uringläſer, 8 auf 100 Kranke.
40 Gefäße in die Leibſtühle.
40 Lampen an die Wand zu henken.
] 5 auf 100 Kranke.
50 Leuchter; 6 auf 100 Kranke.
12 Brühlöffel in die Küche.
12 Trichter.
64 Spucknäpfe, 8 auf 10 Kr.
16 große Waſſerflaſchen, 2 auf 100 Kranke.
32 Saugkännchen; 4 auf 100 Kr.
16 Maaße von verſchiedener Größe.

Eiſernes Geräthe.

2 Dreifüße zu den Keſſeln.
24 Kohlpfannen, 3 auf 50 Kranke.
3 Fleiſchgabeln.
16 andere Gabeln.
2 Beile.
2 Hackemeſſer.
4 große Küchenmeſſer zum Vertheilen des Fleiſches.

3 andere Meſſer.
2 Schaufeln.
2 Grabſcheite.
12 Leuchter und 12 Lichtputzen.
3 Sägen. ⎫
2 Scheeren. ⎪
2 Hämmer. ⎬ als Vorrath.
2 Kneipzangen. ⎪
18 Bohrer. ⎭
3 Feuerſchaufeln und eben ſo viel Feuerhaken.
6 Brandböcke.

Hölzernes Geräthe.

16 Schleifkannen zu dem Weine.
110 Tiſche; 1 auf 8 Mann.
880 hölzerne Stühle.
40 Leibſtühle, 5 auf 100 Kranke.
16 Handkörbe, 1 auf 50 Kranke.
3 Brühſiebe.
10 verſchiedene Siebe in die Apotheke.
24 Eimer und eben ſoviel kleine Wannen.
8 Badewannen.

Die Bedürfniſſe von chirurgiſchen Inſtrumenten, Bandagen, ſo wie von Arzeneien werden nicht von den Ingenieurs beſtimmt, und daher hier mit Recht übergangen.

J.

Jalon oder Abſteckeſtange, dient ſowohl bei dem Aufnehmen des Terrains, als bei dem Abſtecken größerer und kleinerer Verſchanzungen zu Beſtimmung der Viſirpunkte. Man macht ſie 16 bis 32 Fuß hoch, und verhältnißmäßig ſtark, damit ſie bei entſtehendem Winde keine ſchwankende Bewegung bekommen. Sie müſſen daher auch tief genug eingegraben und gut abgeſteift werden, wenn ſie bei großen Landesvermeſſungen zu Signalen bei dem Trianguliren gebraucht werden ſollen.

Ingenieure waren in der früheren Zeit blos zu Verfertigung und zur Bedienung der Kriegsmaſchinen beſtimmt, und haben dieſer Beſtimmung ihren Namen zu verdanken (ingegneros von engennos). Die Leitung der Belagerungsarbeiten übernahmen damals noch die Feldherrn ſelbſt, wie uns unter andern die Beiſpiele des Prinzen von Parma, des Prinzen Moriz von Oranien und des Marcheſe Spinola zeigen; ſie überließen ihren Kriegsbaumeiſtern blos die techniſche Ausführung

mit dem Baue wirklicher Feſtungen. Sully erhob ſie in Frankreich zuerſt auf eine höhere Stufe, und bildete 1604 ein beſonderes Korps aus ihnen, das zu Anlegung neuer Feſtungen, zu zu der Ausbeſſerung der älteren, ſo wie zu ihrer Vertheidigung und zu Führung der Belagerungen beſtimmt war. Späterhin, doch noch im Laufe des ſiebenzehnten Jahrhunderts, errichteten mehrere Fürſten — Friedrich Wilhelm der Erſte, König Auguſt von Pohlen u. a. — eigentliche Ingenieurkorps, die Guſtav Adolph mit dem Generalſtabe vereinte und ſie zu dem Aufnehmen der Läger, Stellungen und Schlachtfelder anwandte.

Aus dieſer zweifachen Beſtimmung des Ingenieurs gehen dann die Kenntniſſe hervor, die er beſitzen muß, jene zu erfüllen. Die Kriegsbaukunſt iſt ein angewandter Theil der Mathematik, und beruhet auf den Elementarbegriffen dieſer Wiſſenſchaft. Während die beſte Lage der Linien und Winkel durch analytiſche Verhältniſſe beſtimmt wird: giebt das Geſetz der Bewegung und des Gleichgewichtes die nöthige Stärke der Futtermauern und der Widerlagen der Gewölbe an. Die Grundſätze der höheren Geometrie uud ſelbſt die Sternkunde ſind zu Aufnahmen und Landesvermeſſungen im Großen unentbehrlich. Nächſt dieſen, gleichſam einleitenden Wiſſenſchaften, muß der Ingenieur die Baukunſt in ihrem ganzen Umfange kennen, weil er nicht allein den Umriß und die äußere Form der Feſtungswerke beſtimmen, ſondern auch ihre wirkliche Aufführung leiten muß. Die genaue Kenntniß der verſchiedenen Baumaterialien, ſo wie ihrer Behandlung, iſt demnach hier eine unerläßliche Bedingung, mit der ſich zugleich die ſchöne Baukunſt verbindet, um Thore, Zeughäuſer, Gouvernementsgebäude u. dgl., auch zweckmäßig durch die ihrer Beſtimmung entſprechende Säulenordnung zu verzeichnen. Indem der Ingenieur alle Angriffs- und Vertheidigungsmittel, die in ſeiner Hand ſtehen, überblickt, muß er die, der Beſchaffenheit des Terrains angemeſſenen wählen. Der Gebrauch der vorhandenen Gewäſſer ſowohl zur Verſtärkung der Befeſtigung, als zum Nutzen der Beſatzung und der Einwohner führet auf die Waſſerbaukunſt im weiteſten Sinne des Wortes. Dem Kriegsbaumeiſter kommt es zu: jene Gewäſſer nach Befinden durch Dämme zu beſchränken, oder ihnen durch Schleuſen und Kanäle einen neuen Weg anzuweiſen; ihren periodiſchen, vielleicht den anzulegenden Feſtungswerken nachtheiligen Verheerungen, Einhalt zu thun, oder ſich ihrer als Annäherungshinderniß für den Fall eines feindlichen Angriffes zu bedienen.

Alle dieſe mannichfachen Kenntniſſe reichen jedoch blos für den Friedenszuſtand hin; im Kriege ſind noch andere nöthig, von denen ein Theil oft im heftigſten Feuer des Feindes angewendet werden muß. Hier kommt es nicht mehr darauf an: mühſame Bauwerke mit hinreichender Muße anzulegen; hier be-

darf es eines ſchnellen Ueberblickes deſſen, was nöthig und ausführbar, um nicht die Zeit nutzlos mit Arbeiten zu verſchwenden, die — nur zur Hälfte vollendet — dem Feinde ein Spott ſind, und den Truppen das, zu einer kräftigen Vertheidigung unentbehrliche Zutrauen auf die Befeſtigungen rauben. Nur eine genaue Kenntniß des Terrains und der verſchiedenen Hülfsmittel, welche es darbietet, kann die richtige Beurtheilung deſſelben hervorbringen. Die feſten Poſitionen, die Anlehnungspunkte der Flügel ꝛc. ſind in der Natur vorhanden; der Kunſt kommt es zu: ſie auszuwählen und — vielleicht zu verſtärken. Hier fallen die Kenntniſſe des Ingenieurs mit denen des Generalquartiermeiſters zuſammen. Nur mit den Combinationen der höhern Strategie vertrauet, wird er im Stande ſeyn: verſchanzte Läger zu wählen, Belagerungen anzuordnen und die dazu erforderlichen Zufuhren von Geſchütz und andern Kriegsbedürfniſſen an ſich zu ziehen; oder endlich die bedroheten Grenzen des Staates durch Feſtungen — gleichviel ob permanente oder proviſoriſche — und durch gut geordnete Poſtirungen zu decken. Hier, wie bei der Anlage der Feſtungen, kommt es darauf an: alles vorauszuſehen, was ein kluger und unternehmender Feind thun kann, um ihm durch zweckmäßige Vorkehrungen entgegen zu wirken.

Dies iſt noch beſonders auch bei dem Angriff und bei der Vertheidigung der Feſtungen der Fall, die ausſchließend für den Wirkungskreis des Ingenieurs gehören. Oft ſpielt der Minenkrieg dabei eine wichtige Rolle. Nur wer die Wirkungen des in der Erde verſchloſſenen Pulvers genau kennt, wird ſich deſſelben richtig zu bedienen wiſſen (entweder die Vertheidigungswerke des Feindes zu zerſtören, oder ſeinen unterirdiſchen Angriffen mit Kraft und Wirkſamkeit zu begegnen.

Bei allen dieſen mannichfaltigen Theilen der Ingenieurkunſt bedarf die Unentbehrlichkeit der Zeichenkunſt, ſowohl in Hinſicht des Terrains, als der Bauwerke, keines Beweiſes. „Das „Zeichnen iſt die Schrift des Ingenieurs.“ Wenige Züge ſind hier hinreichend: Gegenſtände deutlich zu machen, die es durch eine ausführliche und detaillirte Beſchreibung nicht werden können. Ohne Riſſe und Zeichnungen wird man es nie dahin bringen: einen allgemein verſtändlichen Rapport von rekognoszirten Gegenden, oder Anſchläge zu neuen Feſtungswerken und Gebäuden zu machen.

Eine weitere Auseinanderſetzung der dem Ingenieur nöthigen Kenntniſſe würde die Grenzen überſchreiten, die der Zweck des gegenwärtigen Wörterbuches beſtimmt hat. Es ſey genug mit dieſen allgemeinen Andeutungen deſſelben, was durchaus unentbehrlich iſt, wenn man ſich nicht in die Hand ſeiner Untergeordneten geben, wenn man in allen Fällen ſeine Pflicht üben,

und immer kalten Muth und Entſchloſſenheit zeigen will, die nur durch die vollkommene Kenntniß aller Hülfsmittel der Kunſt erzeugt werden.

Ingenieur-Schulen wurden 1742 in Dresden, 1747 in Wien, 1750 zu Mezières in Frankreich, faſt um dieſelbe Zeit in Oeſterreich und 1788 in Potsdam errichtet, um junge Leute in den, einem Ingenieur nöthigen Wiſſenſchaften und Kenntniſſen zu unterrichten. In der ſpäteren Zeit hat man es einigemale verſucht: die Ingenieur- und Artillerie-Schulen zu vereinigen. Allein, wenn es auch möglich iſt, den Elementar-Unterricht — wie in den polytechniſchen Schulen in Frankreich — ins Eins zuſammen zu ziehen: verbreiten ſich doch die Wiſſenſchaften des Ingenieurs und Artilleriſten über zu viele, ungleichartige Dinge, als daß es jedem Jüngling möglich ſeyn ſollte, ſie alle zu umfaſſen. Die Chemie, die metallurgiſche Aufbereitung der Metalle, das Gießen und Bohren der Geſchütze, die Verfertigung der Kunſtfeuer, eine vollſtändige techniſche Kenntniß der Fuhrweſen, ſind dem Artilleriſten durchaus unentbehrlich; für den Ingenieur im Gegentheil ganz überflüſſige Dinge. Dieſer muß ſich eine genaue Kenntniß der verſchiedenen Baumaterialien erwerben; muß die Civilbaukunſt ſelbſt ſtudiren, und auch in der Hydrotechnik nicht fremd ſeyn, wenn er ſeiner künftigen Beſtimmung gehörig ein Genüge leiſten will. Es iſt daher unbezweifelt vortheilhafter, ſich bei dem Unterricht der Zöglinge eines jeden Faches auf das ihm eben nothwendige zu beſchränken, und es dem ausgezeichneten Genie zu überlaſſen: ſich alle Zweige der Kriegskunſt anzueignen und ſich dadurch einer höheren Beförderung würdig zu machen.

Innere Polygon (Coté interieur) im Gegenſatz der äußeren iſt das Vieleck, welches den Feſtungsumriß vermittelſt der Kurtinen und Kehlen der Bollwerke bildet. Sie beſtehet demnach auf jeder Seite aus der Kurtine und 2 halben Kehlen; oder iſt $= 2g + c = \frac{2b.\ \text{Sin.}\ (A+B)}{\text{Sin.}\ A} + 2b.\ \cos.\ B. - a =$

$$a + \frac{2b}{\text{Sin.} A}(\cos. B. \text{Sin.} A - \text{Sin.}(A+B)) = a - \frac{2b.\ \text{Sin.}\ B}{\text{Tang.}\ A}.$$

Hier drückt A den halben Polygonwinkel, B den kleinen Winkel, a die äußere Polygon, b die Streichlinie, c die Kurtine, und g die halbe Kehle aus.

Wenn — wie in den Cöhornſchen Manieren — die innere Polygon, z. B. 62 Ruthen zum Grunde gelegt wird: muß man aus derſelben die äußere a finden $= \frac{62 + 2b.\ \text{Sin.}\ B}{\text{Tang.}\ A}$, und

hieraus die übrigen Punkte des Umriſſes beſtimmen. S. Bollwerk.

Sobald man ſich bei der Befeſtigung eines Ortes an den Umfang des innern Raumes halten muß, wie bei Städten und Schlöſſern; iſt es nothwendig: die innere Polygon dabei zum Grunde zu legen. Um dieſes graphiſch zu verrichten, werden alle Winkel der, gleichviel ob regulairen oder irregulairen Figur durch Capitalen S, D, B, C, Fig. 152. Tab. XIII. getheilt. Man zieht nun eine Linie, ae, parallel der innern Polygon GNP 2c., um auf derſelben diejenige Manier zu conſtruiren, nach welcher die Feſtung erbauet werden ſoll; hierauf ziehet man die Capitalen ab und de parallel den Capitalen GS und AN, ſo daß die verlängerte Kurtine zuſammen trifft. Aus dem willkührlich angenommenen Punke K wird Ka, Kd und ihnen parallel KA und KG gezogen, wodurch K gegen a und d eben ſo, wie gegen N und G liegt. Eben ſo die Linien Kh und Ki, und KH, KI um die halben Kehlen GH und IN, nebſt der Kurtine HI zu bekommen. Auf dieſelbe Weiſe werden die Streichlinien AH und IS, die Flanken HL, IQ und folglich auch die Façen LS, AQ beſtimmt, die bei einer regulairen Figur für alle Seiten des Umriſſes gelten. Bei unregelmäßigen Umriſſen hingegen durchſchneiden ſich die Streichlinien zweier Polygone nicht auf der Capitale; daher fällt auch der Bollwerkswinkel C neben dieſelbe. Das durch die Streichlinien aus der Capitale geſchnittene Stück DE wird deshalb in A getheilt, und aus den Punkten H und I nach A und S gezogen, um die neuen Streichlinien zu erhalten, die jedoch mit den vorgezeichneten nun nicht mehr völlig parallel ſeyn können. Um die Flanken dergeſtalt auf H und I zu ſetzen, daß ſie den gehörigen Schulterwinkel L und Q bekommen: ziehe man ts mit der neuen Streichlinie TS parallel, mache aus t den Bogen su bis an die alte Flanke tu, trage die Weite yu von der alten Streichlinie bis an die alte Flanke, von s nach x, ſo bekommt man die Lage der neuen Flanke tx. Daß ſich übrigens die, auf dieſe Weiſe beſtimmten Linien und Winkel durch die zugehörigen Formeln leicht berechnen laſſen, bedarf keiner weiteren Auseinanderſetzung. (S. Abſtecken.)

Innerer Raum der Bollwerke, oder der Flächeninhalt derſelben; ſeine Berechnung iſt ſchon oben im 1ſten Theile unter dem Artik. Bollwerk gelehrt worden.

Innere Vertheidigung (defense interieure) iſt nichts andres, als eine Dispoſition der Feſtungswerke zu einem fortdauernden Widerſtande, wenn ſchon der größere Theil derſelben in die Hände des Feindes gefallen iſt. Sie iſt von zweierlei

Art: die erſte beſteht aus bloßen Abſchnitten, die bei Erbauung der Feſtung mit angelegt werden, und eine zweite Einfaſſung darſtellen; die zweite aber, welche eine innere Vertheidigung im engſten Sinne gewähret, ſondert die Feſtung in mehrere einzelne Theile, deren jeder für ſich eine Citadelle bildet. Schon Speckle, und nach ihm Rimpler, Suttinger, Landsberg, Sturm, Herlin, Herbort, Roßberg, Montalembert, Virgin u. m. haben dieſe Einrichtung empfohlen, die Cohorn bei den Verſchanzungen vor Gröningen wirklich anbrachte, indem er die Kehlen ſeines Hauptwerkes hinten verſchloß, und ſie dadurch völlig von der übrigen Feſtung abſonderte. In Fig. 143. Tab. XIII. findet man A Landsbergs, B Herborts, C Montalemberts und D Virgins Ideen in dieſer Hinſicht dargeſtellt. Es ſcheint allerdings dadurch die Dauer der Vertheidigung ſich zu verlängern, weil nun die Beſatzung nicht mehr fürchten darf: mit Sturm überzugehen, ſondern ſich aus einem dieſer Forts nach dem andern ziehen kann. Ja, einige der erwähnten Kriegsbaumeiſter wollen ſich nicht einmal mit der Vertheidigung des Walles begnügen, ſondern auch noch die Bürgerhäuſer ſelbſt zu dieſer Abſicht einrichten, und die Quartiere der Stadt durch einen beſondern Wall, oder auch wohl durch Waſſergräben von einander abſondern, damit ſich jedes noch einzeln vertheidigen kann, wie ſchon in der früheren Zeit Jeruſalem, Syrakus, Rhodus und Valetta auf Maltha gebauet waren. Allein, wenn es auch einzelne Beiſpiele giebt: daß Feſtungen ſich wirklich bis auf das äußerſte wehrten, wie Acre, Rhodus, Cadir, und in der neueren Zeit Saragoſſa, und wenn auch eine ſolche Einrichtung der Feſtungswerke ohne eine bedeutende Vermehrung des Aufwandes zu bewerkſtelligen wäre: würden doch dieſe einzelnen kleinen Citadellen, jede für ſich, nur eine geringe Anzahl Truppen faſſen, und keiner kräftigen Vertheidigung fähig ſeyn. Man würde zugleich nothwendig jedes dieſer Forts völlig approviſioniren müſſen; oder man würde ſich nach dem Rückzuge in eins oder mehrere derſelben, nach wenig Tagen ohne Unterhalt und Vertheidigungsmittel ſehen, und folglich in der Nothwendigkeit ſeyn: ſich zu ergeben. Daß dieſe Verſorgung der einzelnen Forts aber nicht ausführbar iſt, bedarf keines Beweiſes. Die Vortheile der innern Befeſtigung ſind demnach blos eingebildet, und die Baukoſten, welche eine ſolche Anlage erfordert, ſind verloren, ſobald ſie mehr begreift, als eine bloße Citadelle (man ſehe dies Wort), zu Unterſtützung einer Stadt von ſehr weitläuftigem Umfange. Wer ſich näher von der, zur innern Vertheidigung dienenden Einrichtung der Feſtungswerke unterrichten will, kann ſie in den Werken der vorhin angeführten Schriftſteller finden.

Soll die innere Vertheidigung hingegen blos als ein Hauptabſchnitt dienen, um den Widerſtand der Feſtung zu verlängern: wird ſie dieſen Zweck immer nach Verhältniß ihrer mehr oder weniger guten Einrichtung erfüllen. Landsberg, Vauban u. a. m. haben deshalb eine Retirirte Feſtung in den äußern Umriß gelegt; andere haben die innere Feſtung mit einem Mantel, oder mit einer mehrfachen Reihe Außenwerke umgeben, worüber man am zugehörigen Orte nachſehen kann.

Inondation, ſ. Ueberſchwemmung.

Irregulaire Befeſtigung (Fortification irregulière) unterſcheidet ſich von der regulairen durch die Ungleichartigkeit ihrer Linien und Winkel, die ſich dort blos nach den Umriſſen des Terrains richten, und ſich daher nothwendig bald verlängern, bald verkürzen, bald öffnen, bald ſchließen. In den erſten Zeiten, als man anfing: die Grundſätze der Geometrie auf die Kriegsbaukunſt anzuwenden, hielt man es für eine unerläßliche Nothwendigkeit: den zu befeſtigenden Raum in eine durchaus regelmäßige Figur einzuſchließen. Sobald man jedoch ſchon beſtehende Städte mit Feſtungswerken umgeben, oder irgend einen großen Terrainpunkt befeſtigen wollte, war man genöthiget: von jener Regelmäßigkeit abzugehen, ſo daß bald die einzelnen Polygone, ja öfterer ſogar die Theile derſelben einander unähnlich wurden. In der neueren und neueſten Zeit hat man jene Regelmäßigkeit, mit Recht! mehr verlaſſen, und ſich bei dem Entwurf der Feſtungswerke immer blos an die Ortslage gehalten. Schon Le Blond ſagt: „die iregulaire Befeſtigung ſey „wichtiger, als die regulaire." Er hätte hinzufügen ſollen: es iſt weit ſchwerer: die Grundſätze der erſteren richtig anzuwenden, als einen regelmäßigen Umriß mit Baſtionen zu verzeichnen. So leicht dies letztere auch iſt, wird es dennoch, leider! von vielen Lehrern der Kriegsbaukunſt für das Höchſte gehalten.

Da die irregulaire Befeſtigung nur allein von dem Terrain abhängt, ſo iſt von ſelbſt klar: daß ſich hier keine allgemeine Regeln und Vorſchriften geben laſſen. Bei Anwendung der baſtionirten Manier pflegt man immer jedes Baſtion in ſich ſelbſt regelmäßig, rückſichtlich der ander Nebenbaſtione aber ungleichartig zu machen. Es ſcheint jedoch zweckmäßiger: in dieſem Falle jedes Polygon, als für ſich beſtehend, anzuſehen und die Theile deſſelben gleichförmig zu conſtruiren, in ſofern es die Lage und die Umſtände erlauben.

Wenn ſie nicht gleichförmig ſeyn können, ſo findet man die zugehörenden Theile durch die Lehre der Dreiecke, indem man Tab. XIV. Fig. 153. den halben Polygonwinkel HGg = GA.

= A, den andern aber HgG = HaA = α, den kleinen Winkel aAf = B, ſo wie AaF = β, und Af = Fa = b, endlich die Flanken BF und bf ſenkrecht auf die Streichlinie ſetzt, und nun ſchließt

Sin. AGf : Af = Sin. GAf : Gf; daher $Gf = \frac{b \text{ Sin.} (A - B)}{\text{Sin. } A.}$

Nicht minder im Dreieck Fga iſt $gF = \frac{b \text{ Sin.} (a - \beta)}{\text{Sin. } \alpha}$, daher auch $Ff = c = b \left[\frac{\text{Sin.} (A - B)}{\text{Sin.} A} + \frac{\text{Sin.} (\alpha - \beta)}{\text{Sin.} \alpha} \right] - i$, wo i die bekannte innere Polygon andeutet.

Aus der Kurtine c findet man leicht die Flanke $BF = \frac{c \text{ Sin. } B}{\text{Cos.} (B + \beta)}$; denn AfG = fAa = B, und BFf = 90° + β, folglich fBF = 90° − B − β; und es verhält ſich Sin. FBf : Ff = Sin. BfF : BF. Auf die nämliche Weiſe findet man auch die Flanke $bf = \frac{c. \text{ Sin. } \beta}{\text{cos.} (B + \beta)}$. Weil Sin. FBf : Ff = BFf : Bf; iſt $Bf = \frac{c. \text{ Cos. } \beta}{\text{Cos.} (B + \beta)}$, und daher die Façe AB = Af − Bf = $b - \frac{c. \text{ Cos. } \beta}{\text{Cos.} (B - \beta)}$, die gegenüber liegende Façe aber $b - \frac{c. \text{ Cos. } B}{\text{Cos.} (B + \beta)}$. Hieraus wird denn auch die Capitale $AG = \frac{b. \text{ Sin.} B}{\text{Sin.} A}$ und $ga = \frac{b \text{ Sin.} \beta}{\text{Sin.} \alpha}$ ſo wie die halbe Kehle $GF = i - \frac{b. \text{ Sin.} (\alpha - \beta)}{\text{Sin.} \alpha}$ und $gf = i - \frac{b. \text{ Sin.} (A - B)}{\text{Sin. } A}$ gefunden.

Herr Hennert (dissertation ꝛc.) wendet dieſe Formeln auf ein unregelmäßiges Sechseck an, deſſen Seiten Gg = 131,4 Toiſen, gn = 136 Toiſ.; nD = 132,4; DE = 130; NE = 146,4 Toiſ., und NG = 122,6 Toiſ. Die Polygonwinkel ſind: G = 94°; g = 137; n = 124° 35′. D = 104°,20′; E = 122° 55; und N = 137° 40′. Fängt man mit dem kleinſten Polygonwinkel G an, und theilt ihn in die Hälfte: ſo bekommt man A = 47°. Soll nun das Bollwerk noch 60° an der Spitze behalten: darf man B nicht größer als 17° nehmen; um daher nicht eine zu große Verſchiedenheit zu bekommen, wenn man AaF = β = 23 Grad ſetzte, muß man ihn = 21°, daher auch a = 69° nehmen: ſo wird A − B =

30°; und $\alpha - \beta = 48°$. Hieraus findet man durch die vorherigen Formeln

$$b \left(\frac{\text{Sin.}(A-B)}{\text{Sin. } A} + \frac{\text{Sin. }(a-\beta)}{\text{Sin. } \alpha} \right) - i = 82 + 95 - 131{,}4$$

$= 46$, der Kurtine.

$$\frac{c.\ \text{Sin. } B}{\text{Cos. }(B+\beta)} = BF = 17{,}2 \text{ und } bf = 21; \text{ alsdann}$$

weil c = 120 Toiſ., die Façe AB = 63,7 und ab = 65,3 Toiſ. Die halbe Kehle GF = 131,4 — 95,6 = 35,8 und gf = 13,4 — 28 = 49,4 Toiſ. Die Capitale GA iſt = 48,9, die andere ga = 46,1 Toiſ. Dieſe letztere gehört den beiden halben Bollwerken fbag und aLMg, und A oder Hgn = 137° — GgH = 68°; folglich beſtimmt ſich der kleine Winkel B oder Lae durch ag = l = b. Sin. B : Sin. A, daher iſt Sin. B = Sin. A , b = 20° 50′, und A — B = 47° 10′.

Da der Winkel gnD = 124°35′ und nDE = 104°20′ iſt: kann man gnp = 68° = Hgn machen, daß 56°35′ für den Winkel pnD übrig bleiben, der ſich nun bequem mit dem Winkel nDp zuſammenbringen läßt. Dadurch ſind die halben Bollwerke gaLM und mlen einander völlig gleich; denn B = β = 20°50′ und $\alpha - \beta = 47°10′$. Ihre Kurtine Mm

$$\text{iſt} = \frac{2\,b.\ \text{Sin. } A - B}{\text{Sin. } A} - i = 189{,}9 - 136 = 53{,}9; \text{ dar-}$$

aus ergiebt ſich die Flanke ML = ml = c. Sin. β : cos. 2β = 25,6, und die Façe aL = cl = 120 — 67 = 53 Toiſ. Endlich die halbe Kehle gM = mn = i — 94,9 = 41 Toiſ. Durch die Capitale ne = 46,1 Toiſ. wird der kleine Winkel des halben Bollwerkes eqrn beſtimmt: A = pnD = 56°35′; daher Sin. B = 46,1 Sin. A : b, folglich B = 18°42′ und neq = A — B = 37°53′. Der halbe Winkel nDE iſt 52°20′ = a = nDO = ODE, der nun mit pnD ein Polygon ausmacht. Hieraus, und aus β = 18°42′ bekommt man ruO = a — β = 33°38′; da auch nD = 132,4 Toiſ.: ſo wird

die Kurtine rt = 40 Toiſ.
die Flanken rq = ts = 16,1.
die Façen eq = us = 72,5.
die halbe Kehle nr = 48,3; die andere tD = 44,1.
die Capitale Du = b. Sin. β : Sin. α = 48, 6 Toiſ.

Man kann den kleinen Winkel von 18°43′ auch für ODE = 52° gebrauchen, indem man (um ein gleichförmiges Polygon zu erhalten) den Winkel DEN von 122°35′ in die beiden Winkel DEO = 52° und OEN = 70°35′ theilet, wodurch man mit DE = 130 Toiſ. die beiden Bollwerke Duzx und EPiy gleich macht und A — B = $\alpha - \beta$ = 33°18′. Folglich wird

die Kurtine xy = 37,2 Toiſ.
die Flanken xz = yi = 15,4 Toiſ.
die Façen uz = iP = 74,5 Toiſ.
die halbe Kehle Ex = xD = 46,4 Toiſ.
die Capitale EP = 48,6 Toiſ.

Um den Winkel ENG von 137° 40′ mit dem Winkel NGg von 94° zu verbinden, nachdem man 22° 30′ für den kleinen Winkel, und 70° 35′ für den halben Polygonwinkel OEN gefunden hat: muß man HNG = 63° ſetzen, weil auch HGN ſoviel bekam; folglich wird ENH = 137° 40′ − 63° = 74° 40′. Setzt man B = β = 22° 30′: wird EPk = A − B = 48° 5′, und NRI = a − β = 52° 10′, folglich werden die beiden Flanken und Façen ziemlich gleich. Es iſt

EN = 146,4 Toiſ.
die Kurtine kI = 46,6 Toiſ.
die Flanken CI = kK = 25,21 Toiſ.
die Façen PC = KR = 59,3 Toiſ.
die halbe Kehle EI = 48,1 und NK = 51,7 Toiſ.
die Capitale NR = 47,6 Toiſ.

Aus letzterer und den beiden Winkeln GNH = 63° und NGH = 47° ergiebt ſich der kleine Winkel 20° 42′; daher A − B = NRU = 42° 18′. Es iſt aber β = 17° gefunden worden, folglich wird

die Kurtine TU = 52,5 Toiſ.
die Flanke ST = 25,4 Toiſ.
die Flanke XU = 19,4 Toiſ.
die Façe RS = 52,8 Toiſ.
die Façe AX = 56,2 Toiſ.
die halbe Kehle NT = 40,6 und UG = 32 Toiſ.
die Capitale RN = 47,6 und AG = 48,9 Toiſ.

Setzt man l für die Capitale, ſo giebt die oben (Artik. Bollwerk S. 156) gefundene Formel:

$$\frac{Fl}{2}\,\text{Sin.}\,(A-B) + \frac{fg}{2}.\,\text{Cos.}\,B$$

den Inhalt jedes halben Bollwerkes. Es iſt aber

$$\frac{AG}{2}\,(AB+AX)\,\text{Sin.}\,(A-B) + \left[\frac{BF.\,GF + GU.\,XU}{2}\right]\text{Cos.}\,B$$

$$= \frac{48,9}{2}\,(63,7+56,5)\,\text{Sin.}\,30° + \left[\frac{17,2.\,35,8 + 32.\,19,4}{2}\right]\text{Cos.}\,17°$$

= ABFUX = 2060 Grade. Toiſ. Ferner
fbaLM = 2988,7 ⸗
mleqr = 3072 ⸗
tsuzx = 2639,8 ⸗
yiPCI = 2962 ⸗
kKRSF = 2784 ⸗

Man ſieht: daß dieſe Conſtruction hinreichend große Bollwerke giebt. Nur ABPUX ſcheint etwas klein, dem ſich doch durch Vorlegung einer Contregarde oder durch Hinweglaſſung des ganzen Bollwerkes abhelfen läßt; ſo wie man überhaupt durch verſtändig angebrachte Außenwerke den Widerſtand einer Feſtung erhöhen kann. Ueber das Verhältniß der Façen und Flanken iſt an einem andern Orte (Artik. Flanken) geredet worden. Im Allgemeinen bedarf es bei der wirklichen Anwendung der irregulairen Fortifikation mancher Weitläuftigkeiten nicht. Theils hängt hier der ganze Umriß der Feſtung ganz von der Lage des Ortes ab (w. n. i.); theils läßt ſich leicht eine Seite verlängern oder verkürzen, ein Winkel mehr oder weniger öffnen, um dadurch ſich die Befeſtigung deſſelben zu erleichtern, ohne daß es der, von den Franzoſen vorgeſchlagenen Methode bedarf: „den Umriß der regulair gezeichneten Feſtung „auszuſchneiden und ſo lange auf dem vergrößerten Terrain zu „verſchieben, bis er eine ſchickliche Lage bekommt.“

Italieniſche Befeſtigungsmanier ſtellt uns den Uebergang von den Thürmen der Alten zu den Bollwerken der Neueren dar, und ſcheint von dem Kriegsbaumeiſter San Michaeli erfunden, oder wenigſtens zuerſt angewendet worden zu ſeyn. (S. Bollwerk.) Sie ward in der Folge durch Marchi, Busca u. a. verbeſſert, ſo daß man größere, ſpitzwinkliche Bollwerke an die Stelle der kleinen, ſtumpfen ſetzte, und ſie zugleich näher zuſammenrückte. Die ältere Manier bekam nun den Namen der Spaniſchen (w. n. i.), und die eigentlich ſo genannte Italieniſche war ſchon eine Verbeſſerung derſelben. Der Umriß wird bei dieſer von innen auswärts getragen, Fig. 139. Tab. XII., ſo daß AC und DB $= \frac{AB}{6}$; ſo auch CE und DF $= \frac{AB}{6}$, CX und Dy aber.

Im Sechseck $= \frac{1}{4}$ CD; der Kurtine.
Im Siebeneck $= \frac{1}{3}$ CD;
In den größern Vielecken $= \frac{1}{2}$ CD ſind.

Werden nun die Façen durch x und F, ſo wie durch y und E gezogen, bekommt man den Umriß dieſer Befeſtigungsmanier, die vorzüglich den Nachtheil hatte: daß die Länge der Streichlinien wächſt, ſo wie der vorſpringende Winkel ſpitzer wird; um demnach ihre Länge zu erhalten, mußte man in demſelben Maaße AB verkürzen, und die Bollwerke näher zuſammenrücken, wodurch ein größerer Aufwand ohne größere Vertheidigungsfähigkeit entſtand.

K.

Kalk (Chaux), ein genugſam bekanntes Bindungsmittel bei dem Steinbau, das man durch Brennen 1) aus den kalkartigen Steinen, 2) aus der Thon= oder Mergelerde, oder 3) aus den Schaalen der Seemuſcheln, erzeuget. Der Steinkalk iſt der vorzüglichere, und zwar derjenige, welcher aus den härteſten Steinen gebrannt wird, die daher zu dieſem Behuf den andern, weichern Steinarten vorzuziehen ſind. Das ſtärkere oder geringere Aufbrauſen der Kalkſteine mit der auf ſie gegoſſenen Salzſäure giebt die Menge der in ihnen enthaltenen reinen Kalkerde zu erkennen; man hat zugleich beobachtet: daß der Kalkſtein beinahe die Hälfte ſeines Gewichtes im Brennen verliert, aber wieder bei dem Ablöſchen bis auf $\frac{2}{3}$ vermehrt wird.

1 Würfelfuß roher Kalk wog	158	Pfund.
Der daraus gebrannte Kalk betrug	$84\frac{1}{4}$	—
Nach dem Löſchen wog dieſer Kalk	$282\frac{3}{4}$	—
Derſelbe betrug an Maſſe $3\frac{1}{8}$ Würfelfuß.		

Bei dem Königl. Bergdepartement zu Berlin werden 15 Würfelfuß eingelöſchter Kalk auf einen Wiſpel gerechnet; daher auch Holſche (Grundſätze zur Anfertigung nöthiger Bauanſchläge) den Wiſpel zu $5\frac{1}{4}$ Würfelfuß annimmt; obgleich er eigentlich $10\frac{1}{2}$ Würfelfuß enthält, und man wohl auf 7 Würfelfuß Kalkſteine oder 21 W. Fuß gelöſchten Kalk rechnen kann.

Wird der Kalk in Tonnen verkauft: ſo enthält eine Tonne $6\frac{3}{4}$ W. Fuß oder 4 Berliner Scheffel, deren einer 1 Fuß 1096 Zoll im Kubikmaaß beträgt. Man muß jedoch $\frac{1}{8}$ für den leeren Raum abziehen, und kann alsdann das Dreifache für das Produkt des gelöſchten Kalkes ſetzen. Wäre man zugleich genöthiget: den Kalk ſelbſt zu brennen; ſo werden zu 12 Prahmen Kalkſteinen, oder zu 2400 Würfelfuß 17 Haufen Kienenholz, oder 65 Bergſcheffel Steinkohlen gebraucht. Es beträgt daher der Verbrauch der Steinkohlen um etwa $\frac{1}{10}$ des Holzes, weil 1 Klafter Holz gleich 6 Scheffel Steinkohlen gerechnet wird.

Um bei Bauanſchlägen die erforderliche Menge Kalk berechnen zu können, muß man wiſſen: wie viel deſſelben für eine beſtimmte Länge Mauerwerk nöthig iſt? Nach Belidor beträgt bei den gehauenen Steinen der Mörtel $\frac{1}{6}$, bei Ziegeln aber $\frac{1}{5}$ des Inhaltes der Mauern. Nach Gilly (Handbuch der Landbaukunſt) wird an Kalk und Sand erfordert, das Fuder Sand zu 10 Kub. Fuß:

Mauerwerk.	Kubik-Fuß. Kalk.	nach Tonnen.	Fuder Sand.
Zu 1 Schachtruthe von großen Feldſteinen	18	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$
= 1 — — = kleinen Feldſteinen	22	$1\frac{5}{6}$	$4\frac{2}{5}$
= 1 — — = großen Formziegeln $11\frac{1}{2}$" lang, $5\frac{1}{2}$" breit, $2\frac{1}{2}$" dick	15	$1\frac{1}{4}$	3
= 1 — — = kleinen Ziegel, $9\frac{1}{2}$" lang, $4\frac{1}{3}$" breit, $2\frac{1}{8}$" dick.	$18\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
= 1 Quadratruthe Holzwand, mit großen Formziegeln auszumauern	$6\frac{1}{4}$	$\frac{5}{9}$	$1\frac{1}{4}$
= 1 — — Pflaſtern von großen Ziegeln auf der hohen Seite	$6\frac{1}{4}$	$\frac{5}{9}$	$1\frac{1}{4}$
= 1 — — — desgl. auf der breiten Seite	$3\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{8}$
oder wenn die Fugen blos ausgegoſſen werden	2	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{5}$
= 1 — — Holzwand, mit kleinen Ziegeln auszumauern	$6\frac{1}{2}$	$\frac{5}{7}$	$1\frac{2}{5}$
= 1 — — Pflaſter auf der hohen Seite	$6\frac{1}{2}$	$\frac{5}{7}$	$1\frac{2}{5}$
= 1 — — — auf der breiten Seite	$3\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{5}$
= 1 — — — wenn die Fugen blos ausgegoſſen werden	$2\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2}$
= 1 — — Flieſenpflaſter, 8" ins Gevierte	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
= 1 — — Putz, auf roher Mauer	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{5}$
= 1 — — = auf Mauer, oder Lehmfach	—	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$
= 1 — — Decke, auf Bretter=Schalung zu rohren	—	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
24 Quadr.=Ruthen Decke, 1mal zu ſchlemmen, und 2mal zu weißen. (1 ℔ Lackmus.)	—	1	—
1000 Dachziegel im Spließdach zu verſtreichen (2½ ℔ Kälberhaare.)	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
150 Hohlziegel in Kalk zu legen	—	1	$2\frac{1}{2}$

Mergelkalk wird in größerer Menge erfordert, wenn man ſich ſeiner bedienen muß, weil er ſich nicht ſo ſehr erhebt, wenn er gelöſcht wird. Hier ſind zu

1 Schachtruthe Mauer von Feldſteinen 6 Tonn., u. 2 Fud. Sand,
1 — — — = Ziegeln 4 = 5 — 2 — —
1 Quadratruthe Putz = — 1 —

nöthig; die Tonne zu 2 Berl. Scheffeln oder $3\frac{1}{4}$ Kub. Fuß gerechnet. Auch muß überhaupt bei allem Kalk, der bis zur Bauſtelle weit verfahren wird, etwas mehr in Anſchlag gebracht werden, weil er bei dem nachherigen Löſchen nicht ſo viel aus=

giebt, als wenn er eben erſt gebrennt iſt und ſogleich verbraucht wird.

Der Mergelkalk wird immer gleich nach dem Brennen gelöſcht, wodurch die als Ziegel geſtrichenen Stücken zerfallen, und nun, ohne weiteres, in Säcken fortgebracht werden können.

Zu dem Löſchen wird der Kalk in einen 18 Zoll hohen Kaſten (die Löſchbank) geſchüttet, und mit ſo viel Fluß- oder Regenwaſſer übergoſſen, daß die Kalkſteine nicht völlig vom Waſſer bedeckt ſind. Sobald nun der Kalk zu zerfallen anfängt, wird er mit der Kalkhacke gut durcharbeitet, bis er durchgehends zu einem dünnen Brei geworden iſt. Nähme man bei dieſer Arbeit noch mehr Waſſer, würde der Kalk zu flüſſig werden und ſeine bindende Eigenſchaft verlieren; da im Gegentheil bei zu wenig Waſſer ein Theil des Kalkes unaufgelöſet bleibt.

Weil der, zwiſchen die Fugen der Steine gebrachte Kalk zu lange Zeit erfordern würde, um gehörig auszutrocknen: wird ihm eine beſtimmte Menge Sand beigemiſcht (ſ. dies Wort), um das Trocknen zu beſchleunigen und zugleich einen Theil des Kalkes zu erſparen. Indem ſich nämlich die einzelnen Sandkörner mit Kalk überziehen, und dann die rauhen Flächen und Unebenheiten des Steinwerkes ausfüllen, dienen ſie ſelbſt: die Steine zuſammenzuhalten, und ihre einander berührenden Flächen zu einem Ganzen zu verbinden. Hierzu iſt denn aber nicht nur eine möglichſt vollkommene Miſchung des Sandes mit dem Kalke durch fleißiges Umrühren, ſondern auch ein richtiges Verhältniß des einen zu dem andern nöthig. Man ſieht wohl: daß ſich in Rückſicht dieſes Verhältniſſes nicht füglich etwas Allgemeines feſtſetzen läßt, weil es beſonders von der Beſchaffenheit des Kalkes abhängt. Gewöhnlich ſetzt man 2 bis 3 Kubikfuß Sand auf einen Kub. Fuß Steinkalk; bei dem Mergelkalk hingegen darf man nicht mehr Sand hinzuſetzen, als das Volumen des Kalkes ſelbſt beträgt. Uebrigens hat die Erfahrung gelehrt: daß durch die Vermiſchung des Sandes mit dem Kalke die Menge des erſteren nicht vermehrt wird. Denn 3 Kub. Fuß Sand und 1 Kub. Fuß Kalk geben ebenfalls nur 3 Kub. Fuß Mörtel.

Kamm des Glaçis (Crète) iſt die oberſte Linie deſſelben, welche durch ſeine Höhe beſtimmt wird, und ſich gewöhnlich $6\frac{1}{2}$ bis $7\frac{1}{2}$ Fuß über den Horizont erhebt. S. bedeckter Weg und Glaçis.

Kammer ſ. Minenkammer.

Kanone (Canon) iſt in Feſtungen zu dem Angriff, wie der Vertheidigung nothwendig. Bei der bekannten geringen

Wirkſamkeit des kleinen Gewehres iſt nur allein von dem Geſchütz ein nachdrücklicher Widerſtand zu erwarten. Es kommt daher alles darauf an: daſſelbe in einer Feſtung richtig zu ſtellen und zweckmäßig zu gebrauchen. Seit der Erfindung des Rikoſchetſchuſſes und der häufigen Anwendung der Haubitzen wird jedoch in den erſten Tagen der Belagerung das Feſtungsgeſchütz unbrauchbar ſeyn, wenn es nicht unter bombenfeſten Kaſematten ſteht, oder durch Blendwerke gegen die feindlichen Projectilen geſchützt iſt. Dieſe Deckung der Feſtungsgeſchütze iſt es, worauf jeder Ingenieur der neueren Zeit bei Anlegung oder Verſtärkung einer Feſtung ſowohl, als bei Ausrüſtung derſelben zur Vertheidigung ſein beſonderes Augenmerk richten muß, wenn nicht alle künſtliche Umriſſe und Defilements vergebens und die Bau- und Ausrüſtungskoſten verloren ſeyn ſollen. S. Defenſivkaſematten und Kaſematten.

Im Feſtungskriege ſpielen die größeren Kaliber: die vierundzwanzig- und ſechszehnpfündigen Kanonen eine wichtige Rolle. Da es jedoch bei der Vertheidigung nicht ſowohl darauf ankommt: feſte Hinderniſſe umzuſtürzen — die nur 3 Fuß hohen Laufgräben und Batterien bieten ein ſchwer zu treffendes Ziel dar — als vielmehr die feindlichen Arbeiten zu hindern; ſcheint es zweckmäßiger, in Feſtungen größtentheils Zwölfpfünder und lange Sechspfünder anzuwenden, die Vierundzwanzigpfünder aber blos zu dem Widerſtande gegen die Breſchbatterien zu beſtimmen. Hier, bei einer Entfernung von noch nicht 200 Schritten, werden ihre Kugeln die niedrige Bruſtwehr der letztern nicht verfehlen, und bei der Ueberlegenheit durch die Mehrzahl, muß das Feſtungsgeſchütz nothwendig in dieſem fürchterlichen Kampfe Sieger bleiben.

Es ließe ſich über die Beſchaffenheit und Anwendung der Kanonen hier noch manches beibringen, wenn man die Grenzen dieſes Artikels über die Gebühr ausdehnen wollte. Es ſei uns daher verſtattet: die Leſer auf den Artik. Beſchießen, vorzüglich aber auf das Wörterb. der Artiller. zu verweiſen.

Kappe ſ. Bonnet.

Karnies wird in der Baukunſt bei den Verzierungen der Säulenſtühle, Geſimſe u. dergl. angewendet. Fig. 141. Tab. XII. Er beſteht aus einer Hohlkehle ac und einem, ihr gleichen Viertelsſtabe bc. Seine Ausladung iſt verſchieden, ſo daß ad und be entweder $=$ ac, oder auch ad $>$ ac wird.

Karſt oder Weingärtnerhacke (feuille de sauge) Tab. XII. Fig. 140. wird von den Minirern in ſandigem, mit Kies vermiſchten Boden gebraucht. Der Stiel des Werkzeuges iſt 2 Fuß lang.

Kaſematten ſind bombenfeſte Gewölbe von dreierlei verſchiedener Art: blos zur Unterbringung der verſchiedenen Kriegsvorräthe und der Beſatzung dienende; oder aber zu Sicherſtellung des Geſchützes und der Truppen gegen das feindliche Wurffeuer; oder endlich zu beiderlei Zweck zugleich, eingerichtet. Ihre Vortheile ſind ſchon oben (Artik. Defenſivkaſematten) auseinandergeſetzt, und die ihnen von den franzöſiſchen Ingenieuren mit Unrecht vorgeworfenen Mängel beleuchtet worden. Es bleibt uns daher nur übrig: hier einige Erläuterungen über die beſondere Beſchaffenheit dieſer Kaſematten und über ihre Anlage unter den Façen der Werke hinzuzufügen. An dieſem Orte ſind ſie von den neuern Kriegsbaumeiſtern weder vorgeſchlagen, noch ausgeführt worden. Die alten Italiener hingegen machten ihre Futtermauern doppelt, und überwölbten die Verbindungsmauern, wie man in Dilichs Kriegsſchule ſieht. Hier darf nur die Erde zwiſchen den Widerlagen der Gewölbe herausgenommen werden, um ſehr zweckmäßige Defenſivkaſematten zu bekommen. An einigen alten Bergſchlöſſern findet man ſogar durchaus hohl gewölbte Bollwerke, mit doppelten und dreifachen Stockwerken von Kaſematten, aus denen ſowohl in den Façen als Flanken Schießlöcher gebrochen ſind. Auf dieſe Art iſt das Schloß Sonnenſtein bei Pirna in Sachſen gebauet, mit drei kleinen aufgemauerten Bollwerken gegen das Elbthal, und mit einem doppelten, in Felſen gehauenen Graben gegen die Landſeite. Belidor (Science des Ingenieurs) kennt ſie blos als Aufbewahrungsörter für mancherlei Vorräthe; derſelben Meinung iſt auch Bousmard und St. Paul; beide halten ſie in dieſer Rückſicht für ſehr nothwendig. Der letztere führt ſogar eine Stelle aus Vaubans Vertheidigung der Feſtungen an, wo der große Belagerer ſagt: „Es würde nur wenig Aufwand machen, „jährlich in einer Feſtung eine oder zwei Kaſematten anzulegen. „Nach 8 oder 10 Jahren würde man ſo den weſentlichen Vortheil einer hinreichenden Menge guter und zu allen Vorräthen „nützlicher Magazine erlangen." Man ſieht hieraus: daß Vauban den Nutzen zweckmäßiger Kaſematten erkannte, obgleich er in den von ihm erbaueten Feſtungen beinahe gar keine angelegt hat. Seine Nachahmer haben, leider! den Rath ihres Vorgängers ſchlecht befolgt, und ſich begnügt: die ſchon vorhandenen Außenwerke noch zu vermehren, ohne zu bedenken: daß dadurch eine größere Beſatzung nothwendig ward, für die man wieder neue — nirgends ſicher unterzubringende — Vorräthe bedurfte. Die Feſtungen verloren demnach vielmehr von ihrem Widerſtandsvermögen, anſtatt daſſelbe zu erhöhen. So verhält ſichs mit Lille, wo man zwar noch Contregarden angebracht, aber keine bombenfeſten Vorrathshäuſer erbauet hat, ſo daß ein Bombardement von wenig Tagen dieſe Feſtung

nothwendig aufs äußerſte bringen müßte; wenn man ſie ernſtlich angreift und ſich nicht mit einer bloßen Einſchlieſſung begnügt. In der neueren Zeit, nachdem Montalembert, Mandar und Belair auch in Frankreich den Kaſematten das Wort geredet, nachdem die Deutſchen viele derſelben mit groſſem Aufwande in Kölln, Magdeburg, Weſel, Glatz, Graudenz, Silberberg, Koſel, Schweidnitz, Pleß, Thereſienſtadt ꝛc. erbauet hatten, ſcheint man doch auch in Frankreich ihren Nutzen eingeſehen zu haben. Denn man findet ihrer, nächſt den älteren in Charlemont, dem Fort Taureau, Beſançon und Dole, auch in den ſteinernen Redouten zu Luxemburg, unter den konkaven Flanken der Baſtione des Forts auf der Inſel Aix, in dem Fort zu Oſtende, und endlich in den drei Forts, welche die Rhede von Cherbourg vertheidigen. Alle dieſe Gewölbe haben jedoch den allgemeinen Fehler: daß ſie entweder gar nicht, oder doch nur zur Vertheidigung mit kleinem Gewehr, eingerichtet ſind. Dieſen Mangel an offenſiver Kraft hat man zwar durch eine ſtärkere Mauerdicke zu erreichen geſucht, und St. Paul will ſie deshalb (wie ſchon Belidor) blos unter maſſive Bollwerke legen, oder unter hohlen Bollwerken, ſo wie unter der Kurtine, ſie nicht durch die ganze Stärke des Walles hindurch gehen laſſen. Es fällt jedoch in die Augen: daß man die Baukoſten weit nützlicher anwenden kann, wenn man die Kaſematten zur Vertheidigung mit Geſchütz einrichtet, wie es früher häufig geſchehen iſt. Die unter den, von der Angriffsſeite abgekehrten Polygonen liegenden, können alsdann ſehr bequem zu Aufbewahrung allerlei Bedürfniſſe und zu Unterbringung der Beſatzung gebraucht werden.

Es iſt vorher (l. c.) erwieſen worden: daß die vortheilhafteſte Art der Kaſematten unter den Façen der Bollwerke und der Tenaillen liegen muß; obgleich man ſie faſt allgemein nur unter den Flanken findet (ſ. dies Wort), um den Graben zu beſtreichen. Nimmt man nun die Bollwerksfaçe nach Cormontaigne zu 30 Ruthen, die Widerlage der Gewölbe aber zu 6 Fuß, und die Weite der letzteren im Lichten zu 24 Fuß an: wird man auf jeder Façe (wenn das Geſchütz beſonders, nach Montalemberts Vorſchlag, doppelt geſtellt wird) eine hinreichende Anzahl Geſchütz aufſtellen können: die Anlegung der Breſchbatterien ſo gut als unmöglich zu machen. Um den vorſpringenden Winkel des bedeckten Weges zu vertheidigen, wird die Spitze des Bollwerkes oder der Tenaille AB Fig. 142. Tab. XIII. mit 30 bis 48 Fuß gebrochen, ſo daß auf dieſer Linie 2 oder 4 Haubitzen in 2 Gewölben Raum finden, mit denen man nicht nur die Capitale ſehr wirkſam beſtreichen, ſondern auch die Bruſtmauer EF der Gallerie unter der Contreſcarpe einſchieſſen kann, um ſie für den Feind nach Eroberung des bedeckten Weges unnütz zu machen.

Die Gewölbe (ſ. d. Wort) dieſer Kaſematten müſſen ſenkrecht auf die Façen geſetzt werden, und entweder queer durch den Wall hindurch gehen, oder hinten durch eine Gallerie verbunden ſeyn. Die erſtere Einrichtung iſt jedoch die vorzüglichere, weil hier das Geſchütz ſich bequemer in die Kaſematten bringen läßt, und weil der freie Luftzug nicht nur den Pulverdampf ſchnell hinweg nimmt, ſondern auch die Kaſematten trocken erhält, daß ſie gute Aufbewahrungsörter und geſunde Wohnungen abgeben. Ihre Einrichtung erhellet aus Fig. 96 und 104. Tab. VIII. Da das, in ihnen ſtehende Geſchütz vorzüglich gegen die Breſchbatterie D. Fig. 141. Tab. XIII. gerichtet iſt: müſſen auch nothwendig die Schießſcharten eine dieſer Abſicht entſprechende Richtung bekommen. Es würde zwecklos, ſelbſt nachtheilig ſeyn: ſie gerade durch die Frontmauer zu brechen, und ſie ſo weit zu öffnen: daß man ein hinreichendes Geſichtsfeld erhielte. Man nimmt vielmehr die Mitte der Breſchbatterie — deren Lage durch den Kamm des bedeckten Weges ſchon im Voraus genau beſtimmt iſt — zur Directionslinie an, nach der 10 bis 12 Schießlöcher gerichtet werden, die ſich übrigens vorne um 5 bis 6 Fuß öffnen dürfen, weil bei ihnen keine beträchtliche Seitenrichtung ſtatt findet. Ihre übrigen Maaße, und die bei ihnen nothwendigen Blendladen werden weiter unten (Art. Schießſcharten) genauer beſchrieben werden.

Die Stärke der Bögen iſt bei den Kaſematten zum Widerſtande gegen die darauf fallenden Bomben, durch die Erfahrung zu 3 Fuß beſtimmt worden, wenn das Gewölbe halbkreisförmig geſchloſſen iſt, und 3 bis 5 Fuß Erde über ſich hat, wie es zu dieſem Zweck immer ſeyn ſollte. Die Erfahrung hat nämlich in den Belagerungen von Landau, Ath u. a. gezeigt: daß kreisförmige Gewölbe allen auf ſie geworfenen Bomben widerſtanden. In Tournay fielen über 45000 Bomben in die Citadelle, und größtentheils auf 2 darin befindliche Pulvermagazine, ohne ihnen den geringſten Schaden zuzufügen. In Dresden fielen mehrere Bomben auf die Kuppel der Kirche U. L. Frauen, und rollten ebenfalls ohne allen Nachtheil von dem aus Sandſtein erbaueten Gewölbe herab. Zwei Kaſematten, mit gedruckten Bögen gewölbt, wurden hingegen in Tournay ſchon von der vierten Bombe eingeſchlagen, obgleich 5 bis 6 Fuß Erde über ihnen lagen.

Um theoretiſch ſowohl die Dicke der Bögen, als die Stärke der Widerlagen zu beſtimmen, giebt Prony (Architectura hydraulica) die Formel $h = \frac{\frac{1}{2} A}{P \text{ tang. } a}$; wo h die Länge des Schlußſteines, oder die Stärke des Gewölbbogens EF, A das Profil des Gewölbes, a der Winkel, welchen die Brechungsfugen ML Fig. 144. Tab. XIII. mit der Vertikale machen, und

P der Druck iſt, welche die zu dem Gewölbe angewandten Steine auszuhalten vermögen, ohne zerdrückt zu werden. Müller (Practical fortification) findet allgemein die Stärke der halbkreisförmigen und gothiſchen Gewölbe an der ſchwächſten Stelle bei M = $\frac{1}{4}$ des Halbmeſſers ihres innern Bogens OL oder OE; der gedrückten elliptiſchen Fig. 148. hingegen, = $\frac{1}{4}$ der halben Oeffnung im Lichten AO. Für die Stärke der Widerlage aber 1) bei halbkreisförmigen Gewölben Fig. 144. findet er:

$$x + \frac{n}{c} = \sqrt{\frac{2ng}{c} + \frac{n^2}{c^2}}$$

oder: $$cx + n = \sqrt{((2cg + n)\,n)}$$

wo denn n, die nach der Richtung LI wirkende Kraft, oder die Summe der Schwere aller zwiſchen AE liegenden Gewölbſteine, d. i. den Inhalt des Stückes EFGA; c die Höhe der Widerlagen CD; x die Dicke derſelben DA; endlich g = c + 2m — a iſt. Es entſtehet hier m die Entfernung des Schwerpunktes L von der Vertikale OE aus den beiden Halbmeſſern des äußern und innern Zirkels b = OG und a = AO; daß m $= \frac{b^3 - a^3}{3n}$. Setzt man nun ab = 12′; b = 15′: wird n = 63′ 58″, und daher m = 8′, 6″ 3‴, und g = 2026, endlich x = 9′ 5″ 3‴; wenn die Reibung völlig bei Seite geſetzt wird; oder 8′ 2″ 4‴, wenn man $\frac{1}{3}$ für die Reibung abziehet.

2) Bei einem ebenfalls halbkreisförmigen Gewölbe, deſſen Höhe Ex aber zur halben Weite Ax wie 9 : 12, Fig. 147. Iſt hier die Weite im Lichten, wie vorher 24′, die Höhe der Widerlagen 15′: ſo wird die Dicke der Widerlagen — $\frac{1}{3}$ für die Reibung abgezogen 8′ mehr.

3) Bei einem elliptiſchen Gewölbe von 24 Fuß Weite und von der Höhe des vorhergehenden, das 3 Fuß ſtark iſt, Fig. 148. wird die Dicke der Widerlagen 7′ 5″ 1‴.

4) Bei einem gothiſchen Gewölbe, Fig. 150. iſt die Dicke der Widerlagen unter obigen Bedingungen 9′ 1″ 6‴.

Wenn die äußere Seite des Gewölbes DF. Fig. 145, 146, 149, 151 eine gerade Linie iſt: muß nothwendig durch den vergrößerten Inhalt des Profiles auch ein ſtärkerer Druck auf die Widerlagen entſtehen, und daher eine größere Dicke derſelben erfordert werden.

1) Bei dem halbkreisförmigen Gewölbe Fig. 145, wo FG ſenkrecht auf OM ſtehet, ſey OA = a, OM = FM = b, das Verhältniß des Radii zur halben Peripherie = 100 : r, ſo iſt die Fläche AGFE oder $n = b^2 - \frac{ra^2}{400}$; die Entfernung des Schwerpunktes des Gewölbes L, von der Vertikale OF = VL

$= KO = HK$, oder $m = \frac{b^3 \sqrt{2} - a^3}{\left(b^2 - \frac{ra^2}{400}\right)^3}$; ferner $AB = c$; $BC = x$; daher $OD = a + x$; $OH = 2m$; $CI = CD - DI = c - a - x + 2m$; oder wenn man $c + 2m - a = g$ ſetzt, $CI = g - x$; denn $DH = DI = HS = a + x - 2m$; folglich $cx + n = \sqrt{((2cg + n)n)}$. Welches, mit Berückſichtigung der Reibung 10′ 3″ 6‴, und ohne dieſelbe 11′ 7″ 6‴ giebt.

2) Für ein, ebenfalls halbkreisförmiges Gewölbe, deſſen Höhe aber zur Weite nur wie 9 : 12, und deſſen Stärke bei $M = 3\frac{1}{8}'$ iſt, wird die Stärke der Widerlagen, $\frac{1}{3}n$ für die Reibung abgezogen: 9′ 5″ 3‴ Fig. 147.

3) Ein elliptiſches Gewölbe von demſelben Verhältniß und 3 Fuß Stärke, Fig. 149. giebt für die Dicke $BC =$ 11′ 6″ 9‴, wenn Nichts für die Reibung gerechnet wird. Außerdem wird ſie nur 10′ 0″ 6‴.

4) Bei einem gothiſchen Gewölbe von 4′ Stärke, Fig. 151. und 24 Fuß Weite, iſt ohne Reibung $BC =$ 11′ 8″, mit derſelben aber 10′ 6″ 7‴. Es bedarf demnach ein kreisförmiges Gewölbe, unter allen übrigen Arten, der ſtärkſten Widerlagen; dagegen leiſtet es aber auch den größten Widerſtand, wie vorher geſagt worden.

Werden — wie bei freiſtehenden Pulvermagazinen gewöhnlich geſchieht — Strebepfeiler an die Seitenwände geſetzt, um die Widerlagen zu verſtärken: ſo bedarf es nothwendig einer geringern Dicke der letztern, um den gehörigen Widerſtand gegen den Druck des Gewölbes zu leiſten. Setzt man den Inhalt der Fläche $AEFG = n$; $OA = a$; $OM = GM = FM = b$; $AB = c$; die Länge der Strebepfeiler $VC = h$, und $BC = AD = x$: ſo hat man $KO = LK = KH = \frac{b^3 \sqrt{2} - a^3}{n} = m$, und $RH = RI = AO + AD + RD - OH = a + x + b - 2m$. Ferner $IV = RV - RI = c - a - x - b + 2m$; oder wenn $c - a - b + 2m = g$, ſo iſt $IV = g - x$. Nun läßt ſich das Gewicht der Widerlagen und der Strebepfeiler zuſammen als aus den beiden Größen $ng - nx$ und $cbx + \frac{cx^2}{2}$ beſtehend, annehmen; wo aber $\frac{cb}{3}$ geſetzt werden muß, wenn die Dicke der Strebepfeiler ſich zu ihren Zwiſchenräumen verhält, wie 1 : 2. Man bekommt dadurch für die Bedingung des Gleichgewichtes:

$ng - nx = cbx + \frac{cx^2}{2} + \frac{cb}{6}$; oder

$\frac{2ng}{c} - \frac{b^2}{3} = x^2 + 2bx + \frac{2nx}{c}$; oder

$\sqrt{\left[\frac{2ng}{c} - \frac{b^2}{3} + \left[b + \frac{n}{3}\right]^2\right]} = x + h + \frac{n}{c}$

und endlich, wenn man $cb + n = q$ ſetzt,

$\sqrt{\left[2cng - \frac{c^2b^2}{3} + q^2\right]} = cx + q$. Iſt $a = 12'$; $b = 15$; $h = \frac{2a}{6} = 4'$; und $c = 9$: ſo wird $n = 111'\ 96''$, und $m = 9'\ 0''\ 2'''$; nicht minder $g = 1104$, und $q = 1479600$. Daher wird $\sqrt{\left(2cng - \frac{c^2 b}{3} + q^2\right)} = 2063325 = cx + q$; oder $x = \frac{2063325 - 1479600}{900} = 6'\ 4''\ 8'''$.

Müller hat hiernach folgende Tafel der erforderlichen Stärke der Widerlagen berechnet; jedoch ohne auf die Reibung Rückſicht zu nehmen.

Höhe der Widerlagen.	9	10	12	14	15	16	18
Weite der Gewölbe im Lichten.	Stärke der Widerlagemauern.						
10	3,68	3,76	3,89	3,99	4,39	4,07	4,13
12	4,23	4,34	4,52	4,65	4,71	4,76	4,84
16	5,22	5,38	5,64	5,86	5,94	6,03	6,16
18	5,66	5,85	6,16	6,41	6,52	6,61	6,78
20	6,08	6,29	6,65	6,93	7,05	7,18	7,37
24	6,84	7,10	7,55	7,92	8,07	8,22	8,47
26	6,96	7,48	7,79	8,37	8,55	8,71	8,99
28	7,54	7,84	8,37	8,81	9,00	9,18	9,49
30	7,85	8,18	8,75	9,23	9,45	9,63	9,98
32	8,16	8,51	9,12	9,63	9,86	10,07	10,43
34	8,46	8,82	9,47	10,03	10,27	10,49	10,89
36	8,75	9,16	9,82	10,40	10,66	10,89	11,33

Er ſetzt immer die Strebepfeiler $\frac{1}{6}$ der innern Weite des Gewölbes lang, und entfernt ſie um das Doppelte ihrer Weite auseinander. Die Reibung wird von ihm nicht berückſichtigt, um einen deſto größern Widerſtand gegen die Prokuſſionskraft der Bomben zu bekommen. Ueber die Dicke der Gewölbe am

Schlußſteine fügen wir die, von dem franzöſiſchen Baumeiſter Gautier nach der Erfahrung gegebene Tafel bei.

Weite der Gewölbe Fuß.	Dicke der Bögen.						Weite der Gewölbe Fuß.	Dicke der Bögen.					
	Aus harten Steinen.			Aus weichen Steinen.				Aus harten Steinen			Aus weichen Steinen		
	′	″	‴	′	″	‴		′	″	‴	′	″	‴
6	1	3	0	2	0	0	42	2	9	8	3	9	8
8	1	4	0	2	1	6	44	2	11	4	3	11	4
10	1	5	0	2	3	0	46	3	0	10	4	0	10
12	1	6	0	2	4	6	48	3	2	6	4	2	6
14	1	7	0	2	6	0	50	3	4	0	4	3	10
15	1	7	6	2	6	9	52	3	5	8	4	5	6
16	1	8	0	2	7	0	54	3	7	4	4	7	2
18	1	9	0	2	9	0	56	3	8	10	4	8	10
20	1	10	0	2	9	6	58	[illegible]	10	6	4	10	3
22	1	11	0	2	10	0	60	4	0	0	5	0	0
24	2	0	0	2	10	6	64	4	3	4	5	3	0
25	2	0	6	2	10	9	68	4	6	6	5	6	4
26	2	1	0	2	11	0	70	4	7	6	5	8	0
28	2	2	0	2	11	6	72	4	9	8	5	9	7
30	2	3	0	3	0	0	78	5	2	8	6	2	6
32	2	4	0	3	1	8	80	5	4	0	6	3	10
34	2	5	0	3	3	0	84	5	7	4	6	7	2
36	2	6	0	3	4	0	88	5	10	6	6	10	3
38	2	7	0	3	5	0	90	6	0	0	7	0	0
40	2	8	0	3	8	0	96	6	4	10	7	4	8

Dieſe Beſtimmungen in Abſicht der Gewölbe ändern ſich bei dem wirklichen Bau derſelben dahin ab: daß hier auf die gewöhnliche Stärke des — ſowohl natürlichen als künſtlichen — Steinwerkes Rückſicht genommen werden muß. Werden Mauer= oder Ziegelſteine angewendet, ſo lehrt die Erfahrung: daß ein Bogen

unten 6 Fuß weit 1 Stein dick,
— 10 — — 1½ — —
— 16 — — 2 — —
— 20 — — 2½ — —

hinreichende Feſtigkeit hat, welche Dicke jedoch bei bombenfeſten Gewölben bedeutend vermehrt werden mu[illegible]. Da nun zugleich das mögliche Verhauen der Steine, um ihnen eine keilförmige Geſtalt zu geben, nicht ganz aus den Augen geſetzt werden darf, ſo iſt klar: daß man ſtärkere Bögen auch weiter im Lichten halten muß, weil außerdem der untere Theil der Gewölbſteine zu ſpitz ausfallen würde. Es iſt aber der Erfahrung ge=

mäß: daß man die Mauerziegel an der untern Kante nur um etwa 1 Zoll verhauen kann, ohne ſie unbrauchbar zu machen. Um zugleich die Steine unter einander gehörig zu verbinden, iſt es vortheilhafter: Mauerziegel mit anzuwenden, die nur $\frac{3}{4}$ der gewöhnlichen Länge haben, und die abwechſelnd mit den ganzen Steinen eingelegt werden. (Siehe Gilly's Landbaukunſt 1. Thl. S. 209 folg.)

Da die Kaſematten, theils ſchon wegen ihrer Lage unter den Wällen, theils zu mehrerer Sicherheit gegen die Bomben, gewöhnlich mit Erde bedeckt ſind, müſſen ſie oben waſſerdicht gemauert werden. (S. Cement.) Man giebt ihnen zu dem Ende oben einen dachförmigen Rücken, der in den eingehenden Winkeln mit Abzugrinnen verſehen wird, um das ſich herunter ziehende Waſſer abzuleiten. Belidor ſchlägt folgendes Verfahren vor: Nachdem das Gewölbe mehrere Monate Zeit gehabt hat, zu trocknen, werden die Fugen mit einem eiſernen Haken ausgekratzt, mit Waſſer benetzt und mit Cement ausgeſtrichen. Man überziehet hierauf die ganze äußere Fläche, $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit friſchem Cementmörtel, und wenn dieſer anfängt, hart zu werden, läßt man ihn mit grobem Sacktuch abreiben, das in flüſſig gemachten Mörtel eingetaucht iſt. Man bedeckt zuletzt das ganze Gewölbe mit Strohmatten, um das Aufreiſſen zu hindern, und wiederholt das Beſtreichen ſo lange, bis ſich keine Ritzen mehr zeigen. Man überſchüttet nun die Oberfläche der Kaſematte, 5 Zoll hoch, mit grobem Flußſand oder Kies, auf den man eine Lage Erde, von $1\frac{1}{2}$ Fuß Höhe, trägt. Auf dieſe Weiſe fährt man fort, bis zur völligen Höhe der Erde, die immer wenigſtens 3 Fuß betragen muß. Wenn ſich Geſchützſtände über den Kaſematten befinden, darf der Cementüberzug nicht vor dem Abhange aufhören, ſondern er muß an der Futtermauer in die Höhe gehen, und eine rings um den Geſchützſtand laufende Rinne das Regenwaſſer nach dem Graben ableiten.

Zu dieſem Ueberzuge der Kaſematten iſt auch ein Kitt anwendbar; je nachdem das Gewölbe mit Erde überſchüttet oder mit Steinen bedeckt wird, um zum Geſchützſtande zu dienen, wo folglich die Oberfläche bald trocken, bald naß iſt; da man im erſteren Falle annehmen kann: daß ſie, wegen der darauf liegenden Erde, beſtändig feucht bleibt.

1) Kitt, der beſtändig im Feuchten iſt.

5 Pfund an der Luft gelöſchten Kalk,
$2\frac{1}{2}$ — Ziegelmehl,
$\frac{1}{2}$ — Hammerſchlag oder Glühſpahn,
$\frac{1}{4}$ — klar geſtoßenes Glas,
2 — Leinöl.

2) **Kitt, der bald im Trocknen, bald im Naſſen iſt.**

$5\frac{1}{4}$ ℔ an der Luft abgelöſchten Kalk,
$2\frac{1}{2}$ — Ziegelmehl,
$\frac{1}{4}$ — klar geſtoßenes Glas,
2 — Leinöl.

Die ſehr trocken und klar geſtoßenen Beſtandtheile des Kitts werden in einem Mörſer mit $\frac{3}{4}$ des Oeles zu einem ſteifen Teige geſtoßen; man ſchüttet hierauf das letzte Viertel des Oeles hinzu, nimmt den Teig aus dem Mörſer, und ſchlägt ihn auf einer Steinplatte mit einem 20 ℔ ſchweren Eiſen 8 bis 10 Stunden lang, indem man die breit getriebene Maſſe wieder zuſammen legt und von neuem ſchlägt. Bei der Anwendung dieſes Kitts müſſen die völlig trocknen Fugen des Mauerwerks einigemale mit Oel ausgeſtrichen und alsdann die Maſſe mit einem Streicheiſen hinein gebracht werden. (Man ſehe auch Krünitzens Encyclopädie, 39. Thl. Art. Kitt; und 12. Thl. Fenſterkitt.)

Bei der vortheilhaften Anwendung, welche ſich von den Mörſern zu Vertheidigung der Feſtungen machen läßt, iſt es nothwendig: auch ſie und ihre Bedienung gegen die Bomben und Steinwürfe der Belagerer zu ſichern. Der ſchwediſche General Virgin hat zuerſt dieſe Idee aufgeſtellt, und Carrot ſie von ihm entlehnt; ohne doch ſeine Quelle anzugeben. Die Einrichtung und der Gebrauch dieſer Mörſerkaſematten wird weiter unten (ſ. d. W.) näher beſchrieben werden.

Kaſernen (Casernes) heißen bekanntlich die, in Feſtungen und großen Städten zur Wohnung der Beſatzung eingerichteten Gebäude, die in jenen ihre Lage mehrentheils längs der Kurtine haben, und den Soldaten einen, nichts weniger als ſichern Aufenthalt gewähren. Da ſie gewöhnlich nicht bombenfeſt gebauet ſind, und ſich ſchon durch ihre Form vor den andern Bürgerhäuſern auszeichnen: dienen ſie bei einer Belagerung zum Ziel. So iſt der Soldat nach einigen Tagen genöthiget: ſich in die — gewöhnlich feuchten und ungeſunden — Kaſematten zu flüchten, anſtatt eine gut und zweckmäßig eingerichtete Kaſerne ihnen einen gleich bequemen und ſichern Aufenthalt gewähren würde.

Es ſcheint zwar der Aufwand für die Erbauung der Kaſernen überflüſſig; weil die Soldaten ſich eben ſo gut, und beſſer noch befinden, wenn man ſie bei den Bürgern einquartirt. Allein, nicht nur hat man in den Kaſernen die Soldaten immer in ſeiner Hand, und es bedarf nur wenig Minuten, ſie zu verſammeln, während die bei den Bürgern einquartirten — beſonders des Nachts — einer ungleich längern Zeit bedürfen, um zuſammen zu kommen. Ja, die Feigen und Uebelgeſinnten wer-

den ganz wegbleiben, unter dem Vorwande: daß ſie nicht aus ihren Quartieren haben kommen können. Man ſollte daher überall, wo es nur irgend die Umſtände erlauben, Kaſernen anlegen, oder große öffentliche Gebäude für dieſen Zweck einrichten. Es iſt zugleich nothwendig: entweder die Kaſernen gleich anfangs ein bis zwei Stock hoch bombenfeſt zu wölben; oder ihre Hauptmauern wenigſtens ſo einzurichten: daß man den innern Raum, zur Zeit einer Belagerung, durch übergelegte Balken und aufgeſchüttete Erde ſichern kann. St. Paul ſchlägt vor: das Erdgeſchoß aller neu erbaueten Kaſernen in den mittleren Feſtungen 3 Fuß dick zu wölben, um hier zur Zeit einer Belagerung die Beſatzung und einen Theil des Mundvorraths unterbringen zu können. Dies würde allerdings einen bequemeren und geſunderen Aufenthalt geben, als die feuchten, ſtinkenden Gewölbe unter den Wällen, deren Baukoſten bei der Einrichtung, welche ſie gewöhnlich haben, mit ihrem Nutzen in keinem Verhältniß ſtehen. Nur dann, wenn die Kaſematten oben waſſerdicht gewölbt ſind, und unter dem Walle völlig hindurch gehen, ſo daß überall ein freier Luftzug ſtatt findet, können ſie die Stelle der Kaſernen in vollem Maaße erſetzen.

Man ſollte damit zugleich eine andere, ſchon von Vauban angerathene Einrichtung verbinden: daß nämlich die Bürger in den Feſtungen verbunden wären: die Keller ihrer Wohnhäuſer mit 3 Fuß dicken T gewölben zu verſehen, und Schornſteine darin anzubringen, um bei einer eintretenden Belagerung mit ihren Familien darin wohnen zu können. In der That! man wird ſich von einer Feſtung mittlerer Größe nur wenig Widerſtand zu verſprechen haben, wenn die Einwohner nicht eben ſo gut, als die Beſatzung einen ſichern Zufluchtsort für ſich und die Ihrigen finden! wenn ſie ſich nach einem kurzen Bombardement zugleich mit ihrem Obdach, auch ihrer vorräthigen Lebensmittel beraubt ſehen. Jene Verſtärkung der Kellergewölbe würde die Baukoſten der Häuſer nicht bedeutend erhöhen, und die in den Feſtungen befindlichen Ingenieure müßten darüber wachen: daß die deshalb gegebene Verordnung gehörig befolget würde.

Die Größe und innere Beſchaffenheit der Kaſernen hängt theils von der unterzubringenden Menge Soldaten, theils von dem Raum ab, der dazu vorhanden iſt, und dem gemäß man den Kaſernen zwei oder drei Stockwerke giebt. Das Mittelgebäude iſt alsdann zu den Soldatenwohnungen, die Pavillons auf beiden Seiten aber für die Offiziere beſtimmt. Die Zimmer werden 16, 18 bis 22 Fuß lang und 14 bis 18 Fuß breit gemacht. Die Hauptmauern bekommen 2 Fuß, die mittleren Scheidewände 12 bis 18 Zoll Stärke. Hat das Gebäude Tiefe genug, wie es gewöhnlich der Fall iſt: läßt man einen 6 Fuß

breiten Corridor mitten hindurch laufen, aus dem man zu beiden Seiten in die Soldatenſtuben kommt. Am vortheilhafteſten werden dieſe ſo eingerichtet: daß ſich neben jeder zu beiden Seiten die Schlafkammern befinden.

Bousmard beſtimmt die Kaſernen zur Defenſion, und will ſie deshalb in die Kehlen der Bollwerke legen, um ſich ihrer als Abſchnitte zu bedienen (ſ. d. Wort). Auch andere Kriegsbaumeiſter haben früher ſchon ähnliche Ideen gehabt; man findet ſie im Landsberg, Herbort u. a. Zur Vertheidigung eingerichtete Kaſematten unter den Façen der Bollwerke oder Tenaillen werden jedoch zu derſelben Abſicht dienen, und zugleich nützlicher ſeyn und die Widerſtandsfähigkeit der Feſtung bedeutender erhöhen, als dieſe — eben ſo koſtbaren — Gebäude, die nur in Verbindung mit einer zweckmäßigen Bauart der Werke wirklich vortheilhaft ſind.

Kaskadenförmige Anordnung der Außenwerke, ſ. Ueberhöhen.

Kaſtel, ſ. Citadelle.

Kaſtengrund (fonder par coffres) wird in naſſem, quellenreichen Boden angewendet, wo man befürchten muß: durch das plötzlich von allen Seiten hervorſtrömende Waſſer bei dem Graben des Grundes gehindert zu werden. Es wird deshalb blos ein ſo großes Stück Graben für die Grundmauer ausgehoben, als man in einem Tage ausmauern kann. Nachdem man nun dieſen Graben mit Brettern ausgeſetzt und mit Holzſtücken abgeſteift hat: fängt man ſogleich zu mauern an, und füllt dieſe Art Kaſten aus, nach deſſen Beendigung man einen neuen anfängt, und ihn eben ſo ausmauert, bis nach Vollendung dreier oder vier, das Mauerwerk des erſten trocken iſt, und man die Seitenbretter hinweg nehmen kann.

Katze (Cavalier), ein erhöhetes Feſtungswerk, das bald auf dem Baſtion, bald auf der Kurtine liegt, und beſtimmt iſt: entweder das vorliegende Terrain zu überhöhen; oder aber gegen das Einſehen von nahen Höhen zu ſchützen. In der früheren Zeit wendete man dieſe großen Erdmaſſen häufig an; weil ſie jedoch ſchon von weitem geſehen und beſchoſſen werden können, hat man — obwohl mit Unrecht — ſpäter ihren Gebrauch verlaſſen, und Vauban ſie nur noch in ſeinen vollen Bollwerken angebracht. Er legte zu dem Ende den Wall des Kavaliers gleichlaufend mit dem Walle des Bollwerkes, 18 Fuß dick und mit einer, ſeiner Höhe verhältnißmäßigen Böſchungsanlage (von 12 bis 20 Fuß), ſtatt deren man jedoch öfters eine Fut=

termauer E findet, wenn das Bollwerk nicht groß genug iſt, um den innern Raum des Kavaliers um CF. Fig. 154. Tab. XIII. zu vergrößern. Gewöhnlich iſt aber dieſe Futtermauer M zu hoch und kann ſchon von weitem niedergeſchoſſen werden K, wo alsdann die herabfallenden Trümmern den innern Raum des Bollwerkes anfüllen, und daſſelbe dadurch unhaltbar machen. Mit dieſem Nachtheil verbindet ſich noch der: daß ein ſolcher Kavalier keinen Abſchnitt im Bollwerk zu machen erlaubt, weil ſein Wall, wenn die Bruſtwehr AB abgekämmt iſt, zugleich mit nieder geſchoſſen wird, und daher keineswegs als Abſchnitt dienen kann.

Cormontaigne hat die Einrichtung des Kavaliers dahin verbeſſert; daß er ihren Wall durch einen 12 Fuß tiefen und 30 Fuß breiten Graben x von dem Wallgange des Bollwerkes abſondert, und die Futtermauer ſeiner Eſcarpe ſo niedrig macht: daß ſie nicht von den feindlichen Feldbatterien eingeſchoſſen werden kann. Die Höhe und äußere Böſchung der Bruſtwehr hängt von der Abſicht ab, aus welcher der Kavalier angelegt worden iſt. An dem Punkte, wo die verlängerten Ravelinsfaçen auf das Bollwerk treffen, werden die Abſchnitte B. Fig. 95. Tab. VIII. gemacht, die einen ohngefähr 30 Fuß breiten Graben haben. Sie beſtreichen den Wallgang des Bollwerkes der Länge nach, und dem Feinde das Feſtſetzen auf demſelben und die Anlegung der Breſchbatterie zu erſchweren, Da ihre Gräben gerade hinter der Bruſtwehr des Ravelins liegen, kann der Feind nicht Breſche auf den Kavalier ſchießen; ſie ſind zugleich durch die Futtermauer verſchloſſen, damit bei einem trocknen Graben der Feind nicht hier eindringen und ſich der Treppe bemächtigen kann, um den Vertheidigern der Breſche den Rückzug abzuſchneiden. Obſchon nun dieſer Theil der Futtermauer hinreichend durch die hintere Ecke des Ravelins gedeckt iſt, daß er nicht von der Breſchbatterie vor der Spitze des letzteren Fig. 128; s. eingeſchoſſen werden kann; und wäre dies auch, der Feind dennoch hier nicht herein kommen könnte, weil die Trümmern der Mauer den Ausgang des Grabens verſtopfen würden: iſt doch die Treppe und der Durchgang unter dem Walle des Abſchnittes den Schüſſen dieſer Batterie ſo ausgeſetzt, daß die Belagerten bald alle Möglichkeit verlieren werden, auf den Wallgang zu kommen, und ihn verlaſſen müſſen, ehe noch der Belagerer daran denken kann, die Breſche zu ſtürmen. Erwägt man ferner: daß der ſo häufig gewordene Gebrauch der Wurfgeſchütze auch den inneren Raum der Bollwerkskatze unhaltbar macht, und daß — wenn auch die Futtermauer E. Fig. 154. Tab. XIII. unberührt bleibet — dieſes Werk durch Abkämmen der Bruſtwehr FI vertheidigungslos wird; ſo ſieht man leicht: daß die Katze in der hier beſchriebenen Form der Abſicht keineswegs entſpricht.

(S. Abſchnitt.) Sie läßt ſich überdies auf dem Wallgange hohler Bollwerke nicht anbringen, die doch aus den oben (ſ. Bollwerk) angeführten Gründen den vollen weit vorzuziehen ſind. Bei der anerkannten Nothwendigkeit: das Feld zu überhöhen und die feindlichen Laufgräben durch Senkſchüſſe zu treffen, weil ihre niedrige Lage ſie den horizontalen Schüſſen raſirender Werke entzieht, ſind aber hohe Werke, wie die Kavaliere, durchaus nicht zu entbehren. (S. Dominiren.) Man ſollte ſie daher entweder in die Kehle der Bollwerke, oder zu beiden Seiten derſelben auf die Kurtine legen. Der Einwurf: daß ſie hier die Bewegungen des Geſchützes und der Truppen hindern, iſt grundlos: weil man entweder vor ihnen, auf dem Wallgange, einen Weg zu jenem Behuf laſſen, oder aber denſelben vermittelſt einer gewölbten Poterne unter ihnen hindurch führen kann. In der Kehle des Bollwerks würde der Kavalier L. Fig. 139. mit dem Abſchnitte verbunden, einen Theil deſſelben ausmachen, wie dies der Fall bei Candia war. Wären bombenfeſte Kaſernen, nach Bousmards Vorſchlage, zu letzterem beſtimmt: darf man nur ihren oberen Theil auswärts mit einer guten Erdbruſtwehr verſehen und ihn mit Geſchütz beſetzen, um die feindlichen Laufgräben beſchießen zu können. Daß der Kavalier in dieſem Falle nicht die Form eines gewöhnlichen Feſtungswerkes hat, würde ihm vielmehr als ein Vortheil anzurechnen ſeyn, weil man dadurch Gelegenheit bekommt: die Capitale, auf welcher die Sappen herum laufen, mit 3 oder 4 Geſchützen zu beſchießen. Die alten Kriegsbaumeiſter pflegten ihren Katzen eine viereckige oder halbrunde Form zu geben, wo die Seiten zugleich als eine ſchräge Flanke zu Beſtreichung der Bollwerksfaçen dienten. Man findet ſie in dieſer Geſtalt bei Tartalea, Marchi u. a. auf der Mitte der Kurtine, und auch Virgin (La defense des places, mise en Equilibre avec l'attaque furieuse d'aujourdhui) hat ſie in ſeine Befeſtigungsſyſteme aufgenommen, um vermittelſt ihrer die Außenwerke von allen Seiten mit einem Flanken- und Rückenfeuer zu überſchütten. Sie haben bei ihm bald fünf, bald ſechs Seiten, von denen immer eine gegen das Feld gekehrt iſt.

Kehle (gorge), die hintere Oeffnung der Feſtungswerke von einer Flanke zur andern. FH. Fig. 153. Tab. XIII. Ihre Größe wird durch die Oeffnung des ausſpringenden Winkels und durch die Stellung der Flanken beſtimmt. Bei der Conſtruction der baſtionirten Syſteme wird jedoch durch die halbe Kehle die Fortſetzung der Kurtine GF angedeutet, wo daher $2GF > FU$. Es iſt aber $GF = Gf - GF = g = \frac{1 \text{ Sin. } (A - B)}{\text{Sin. } B} - c$; denn im Dreieck AfG iſt Sin. AfG : AG = Sin. GAf : Gf

wo der Winkel AfG = B; GAf = A — B; l = AG und c = Ff heißt. Da aber $l = \frac{b.\ Sin.\ B}{Sin.\ A}$, iſt auch $g = \frac{b.\ Sin\ (A-B)}{Sin.\ A} - c$, oder $= \frac{b.\ Sin.\ (A-B)}{Sin.\ A} + a - 2b$, Cos. B, auch $g = a - \frac{b.\ Sin.\ (A+B)}{Sin.\ A} = a - \frac{l\ Sin.\ (A+B)}{Sin.\ B}$; wo die äußere Polygon durch a und die Streichlinie durch b ausgedrückt wird. Setzt man A — B = 41° 34′; A = 60°; B = 18° 26′; a = 180 Toiſ.; b = 135 Toiſ. nach Vaubans erſter Manier: ſo bekommt man

Log. 2 b = 2. 4313638
Log. Cos. B = 9. 9771253

Log. 2 b. Cos. B = 12. 4084891. Davon iſt die Zahl 256,1.
Ferner iſt Log. b = 2. 1303338
Log. Sin. A — B = 9. 8218351

11. 9521698
Log. Sin. A = 9. 9375306

2. 0146383. Davon die Zahl 103,4
Hierzu 180.

283,4

Es iſt aber 283,4 — 256,1 = 27,3 Toiſ. S. oben Artikel Bollwerk; 1 Thl. S. 157.

Obgleich die Oeffnung der Kehle des Bollwerkes durch die Größe des Bollwerkswinkels und durch die Stellung und Länge der Flanken beſtimmt wird, haben doch mehrere die letzteren von jener abhängig gemacht, und nun bald einer weiteren, bald einer engeren Kehle den Vorzug gegeben. In ſofern die letztere noch eben den nöthigen Raum gewährt, um die Vertheidigung der zurückgezogenen Flanken nicht zu hindern — wenn die Feſtung derſelben hat — ſo daß die beiden Wallgänge in einiger Entfernung von einander bleiben, iſt eine ſchmale Kehle nach Teyler, Durange, Lieftink u. a. ſchon deshalb vorzuziehen, weil ſie den inneren Raum des Bollwerkes verkleinert und dadurch den feindlichen Projectilen ein ſchwer zu treffendes Ziel darbietet. Die Abſchnitte bekommen zugleich eine geringere Länge, und ſind daher während der Belagerung leichter und ſchneller zu vollenden, als bei ſehr weiten Bollwerken. Nur wenn die letzteren voll gebauet werden (wie es eigentlich nie geſchehen ſollte) gewährt eine weite Kehle den Vortheil: daß in dem innern Raume des Bollwerkes Traverſen und andere Sicherheitsanſtalten gegen die feindlichen Bomben und Steinwürfe gemacht werden können, ohne daß es dem Geſchütz und den Vertheidi-

gern hinderlich wird, wie es in einem zu kleinen Bollwerke nothwendig der Fall ſeyn müßte.

Die Kehlen der Außenwerke, der Raveline, oder halben Monde, der Lünetten ꝛc. werden entweder durch Zuſammenziehen der Linien des äußeren Grabenrandes beſchrieben, wie bei Vauban, Busca und Cöhorn, Fig. 2. Tab. I. wo man in Waſſergräben am Kehlpunkte einen Hafen anbringt für die zur Gemeinſchaft mit den äußeren Werken dienenden Fahrzeuge; oder man zieht nach Cormontaigne zwei Linien aus den Bollwerksſpitzen auf die hintere Böſchung des Wallganges der Raveline, Façen oder Flanken. Dadurch wird der hintere Raum abgeſchnitten, der den Schüſſen der feindlichen Batterien und Logementer vor den Baſtionen ausgeſetzt iſt; die in der Kehle liegende Treppe oder Auffahrt kann von ihnen nicht mehr getroffen werden.

Wenn die Außenwerke in einem trocknen Graben liegen, wie die Raveline, die Gräbenſcheeren ꝛc.: werden ſie ſchon durch die hintere Futtermauer des Wallganges geſichert, daß der Feind ſie nicht umgehen und von hinten nehmen kann. Man bedient ſich zu dem Ende anſtatt der Auffahrten hölzerner Zugbrücken; oder man läßt die Treppen nur bis auf 6 Fuß von der Grabenſohle hinunter gehen, und erſetzt den übrigen Theil durch eine hölzerne Treppe, die ſich des Nachts, oder bei einem feindlichen Angriff hinaufziehen läßt. Die Auffahrt oder Treppe wird auch wohl mit einer ſchwachen Mauer mit Schießlöchern verſchloſſen, in der eine Thüre iſt, und die leicht von dem Hauptwalle eingeſchoſſen werden kann, wenn der Feind ſich des Werkes bemeiſtert hat. In dieſem Falle ſcheint es vortheilhafter: dem Auſſenwerke hinten eine ſehr flache Böſchung zu geben, um das von dem Feinde eroberte Werk, nach eingeſchoſſener Rückenmauer, ohne Schwierigkeit ſtürmen zu können. Man gewinnt nächſt dieſem, ſchon an ſich wichtigen Vortheile, noch an den Baukoſten der Mauerverkleidung, die dadurch in der Kehle der Auſſenwerke ganz erſpart wird; denn die eben erwähnte Einſchlieſſungsmauer darf blos von einfachen Ziegeln aufgeführt werden.

Die letztere dient auch zu Verſchließung der Kehle ſolcher detaſchirten Werke, denen man wegen ihrer Lage nahe am Glacis, hinten keinen Graben geben darf, um dem Feinde hier nicht einen fertigen Laufgraben zu bereiten. Man giebt ihr an größeren Vorwerken bisweilen die Form einer baſtionirten Fronte, Fig. 163. Tab. XIII; wie man es noch an dem Hornwerk Cornichon zu Landau findet, und wie das Kronwerk zu Namur eingerichtet war. Weil jedoch dieſe ſchwache Mauer ſchon eines Theiles durch die Rikoſchetbatterien des Belagerers zerſtört wird, andern Theiles auch dieſem nach Eroberung des Außenwerkes Schutz gegen das Flintenfeuer der Beſatzung gewährt: iſt auch wohl der gegen die Feſtung gewandte Theil der Mauer ganz

weggelaſſen, und blos der die Auffahrt oder Treppe beſtreichende CE und DF beibehalten worden. Wenn in dieſem Falle der innere Raum des Außenwerkes nicht wenigſtens 6 Fuß über das Feld erhoben iſt, muß die fehlende Mauer AC und DB nothwendig durch einen Graben von hinreichender Tiefe, oder wenigſtens durch Palliſaden, erſetzt werden.

Bei weiter vor liegenden einzelnen Werken, deren Kehle ſchon durch einen Graben verſchloſſen iſt, hat man krenelirte Gallerien bald unter den innern, bald unter den äußern Rand dieſes Grabens gelegt, auch ſie in dem letzteren Falle noch mit kleinen Kaſematten, für ein oder zwei Geſchütze eingerichtet, verbunden. A.B.C Fig. 162. Tab. XIII. Weil ſie jedoch hier von den feindlichenn Batterien auf den ausſpringenden Winkeln leicht eingeſchoſſen werden: hat man die Gallerien unter letzteren ſelbſt angebracht H.L. Fig. 164, wo ſie von dem Belagerer nicht anders zerſtört werden können, als durch Minen. (S. Gallerien.) So ſind alle ſeit etwa 15 Jahren an den franzöſiſchen Feſtungen angebrachten Vorwerke eingerichtet, wie z. B. zu Metz, Beſançon und Perpignan. Vorzüglicher ſind jedoch unbezweifelt runde Thürme zu Vertheidigung der Kehle, deren obere Kaſematten den ganzen innern Raum des Werkes beſtreichen, während die unteren jene Beſtimmung zu erfüllen dienen.

Keilhaue (pic à roc) iſt vorn zugeſpitzt und verſtählet, um in hartem Kiesboden und Steinen zu arbeiten. Die Minirer haben dies Werkzeug mit dem Sappirer gemein.

Keilſpitzen (tracer) heißt eine abgeſteckte Befeſtigungslinie längs der Abſtecklinie mit einer Erdhaue auf dem Erdboden bezeichnen.

Keſſel (batterie à mortier) gehören in Hinſicht ihres Baues blos in das Fach des Artilleriſten, und ſind daher auch Artik. Batterien in dem Wörterb. der Artillerie ausführlich beſchrieben. In ſofern ihre Lage auf den Angriff und die Vertheidigung der Feſtungen Einfluß hat, wird weiter unten (Artik. Mörſer) davon geredet werden.

Kitt, um das Mauerwerk waſſerdicht zu verbinden, iſt ſchon oben (Artik. Kaſematten) mit angeführt worden. Ein anderer, zu dem Zuſammenſetzen zerbrochener Steine dienender Kitt beſteht aus

$\frac{3}{4}$ Harz,

$\frac{1}{4}$ Schwefel und Wachs, zuſammen geſchmolzen,

und von dem klargeſtoßenen Steine derſelben Art, wie zuſammengekittet werden ſoll, bis zu einer breiartigen Maſſe dazu ge-

miſcht. Der zu kittende Stein muß jedoch bei der Anwendung mit Holzkohlen oder vermittelſt eines glühenden Eiſens heiß gemacht werden. Eine andere Zuſammenſetzung dieſes Kitts iſt:

24 Theile griechiſch Pech, 2 Therebentin, 1 Maſtix, 1 Schwefel, 3 gelb Wachs und ſo viel Ziegelmehl, als zu der Verdickung der Maſſe nöthig iſt, die man klar zerſtoßen über dem Feuer zergehen läßt, und nachher heiß verbraucht.

Kleeblatt Minen ſ. Minen.

Kleines Gewehr wird bei der Vertheidigung der Feſtungen dann angewendet, wenn die große Nähe des Feindes kein Frontalfeuer mit dem Geſchütz mehr erlaubt; oder wenn alles Geſchütz der Feſtung demontirt und daher die Beſatzung auf das kleine Gewehr beſchränkt iſt. Bei der, an ſich geringen Wirkung des letzteren ſollte dies nie der Fall ſeyn, und dennoch tritt er durch einen verſtändigen Gebrauch der Belagerungsartillerie gewöhnlich ſehr bald ein, weil die bisherige zweckloſe Einrichtung der Werke das Feſtungsgeſchütz weder gegen die Rikoſchetkugeln noch gegen die Projectilen ſichert. Die vorliegenden Werke außerhalb des bedeckten Weges werden gewöhnlich mit offenbarer Gewalt angegriffen und mit Sturm genommen; ſie gehören daher in die Kategorie der Feldſchanzen, bei deren Vertheidigung das kleine Gewehr keine unbedeutende Rolle ſpielt. Die Hauptbedingungen bei ſeinem Gebrauche ſind hier: 1) daß es in Verbindung mit dem Geſchütz thätig ſeyn kann, und ſelbſt dann noch wirkſam iſt, wenn jenes es zu ſeyn aufhört. 2) Daß es auf dem ganzen Umfange des Werkes ſtatt findet, und alle Theile deſſelben beſtreicht. 3) Daß es lebhaft und genugſam unterhalten iſt, um das Anrücken des Feindes zu hindern.

In den Haupt- und Außenwerken, ſelbſt in dem bedeckten Wege, wird der Gebrauch des kleinen Gewehres zwar von allen Schriftſtellern empfohlen, die ſeit Vaubans Zeiten den Angriff und die Vertheidigung der Feſtungen abhandeln; eine fortſchreitende Kriegskunſt ſollte ihn aber billig beſchränken, da er nichts als eine zweckloſe Pulververſchwendung iſt, wie die Erfahrung aller Belagerungen zur Genüge beweiſt. Man ſollte ſich begnügen: gute Schützen mit gezogenen Gewehren in dem bedeckten Wege anzuſtellen, die, hinter die Traverſen der angegriffenen Fronte vertheilt, gegen die feindlichen Sappen feuern, des Nachts aber durch leichte Drei- oder Sechspfünder abgelöſt werden. Man erhält auf dieſe Weiſe, mit einer bedeutenden Pulvererſparniß, ein weit wirkſameres Feuer gegen die feindlichen Belagerungsarbeiten, und hält ihre Fortſchritte beſſer auf, als durch das leere Geplatze der in dem bedeckten Wege aufgeſtellten Infanterie, die hier der ganzen Wirkung des feindlichen

Geſchützes bloßgeſtellt iſt. Bousmard berechnet die für das Flintenfeuer nöthige Pulvermenge bei ſeinem als Beiſpiel angenommenen Sechseck auf 54000 Pfund. Man könnte nach dem hier gemachten Vorſchlage füglich $\frac{2}{3}$ deſſelben ſparen, und mit größerem Vortheil zu dem vorerwähnten Kartetſchenfeuer anwenden. (S. Vertheidigung.)

Der Hauptgebrauch des kleinen Gewehres würde demnach ſich vorzüglich auf die Ausfälle, und auf die unmittelbare Vertheidigung des bedeckten Weges gegen den gewaltſamen Angriff, ſo wie der Breſchen gegen den Sturm, beſchränken. Iſt nämlich der bedeckte Weg mit einer doppelten Palliſadirung verſehen, hinter der die Beſatzung in 2 Gliedern aufgeſtellt wird, und von wo ſie ſich hinter die Traverſen ziehen kann, wenn ſie zu ſehr von dem Feinde gedrängt würde: kann letzterer ſeinen Entzweck, die Eroberung des bedeckten Weges, gewiß nur ſchwer und mit bedeutendem Verluſt erreichen.

Mit dem Rückzuge der Beſatzung aus den vorſpringenden Winkeln des bedeckten Weges hört jedoch die Vertheidigung deſſelben durch das keine Gewehr noch nicht auf. Ein lebhaftes Feuer mit demſelben aus den Reduits der Waffenplätze, und von den Wällen wird dem Feinde das Couronnement ſehr erſchweren und ihn hindern, mit der flüchtigen Sappe vorzugehen.

Wählt der Belagerer den langſameren Weg: die Beſatzung des bedeckten Weges durch die Laufgrabenkatzen zu vertreiben, und ſich ſeiner durch die Sappe zu bemächtigen: müſſen einige gute Schützen, durch Schanzkörbe und Sandſäcke bedeckt, in den vorſpringenden Winkeln bleiben, um mit gezogenen Gewehren auf die Spitze der Sappe zu ſchießen. Der feindliche Sappirer wird dadurch gar ſehr in ſeiner Arbeit gehindert, weil er gezwungen iſt: ſich unausgeſetzt hinter dem gefüllten Schanzkorb zu verbergen.

Bei Vertheidigung der Breſche hat das kleine Gewehr eine wichtige Rolle, weil es nicht nur die ſtürmende Kolonne von vorn, ſondern auch von den, der Breſche zur Seite liegenden Werken, in der Flanke beſchießt. Dieſes letztere Feuer leiſtet hier deshalb mehr Wirkung, weil die auf der Breſche ſelbſt ſtehenden Vertheidiger blos mit dem Bajonet oder anderem Stoßgewehr fechten können, weil ſie bei der Nähe des Feindes nicht Zeit haben, wieder zu laden. Hätte man eiſerne ſpaniſche Reiter, um in dem Augenblicke des Sturmes die Breſche oben damit zu verſchließen, könnten die Vertheidiger 3 bis 4 Schritt hinter ihnen ſtehend, auf die ſtürmenden Feinde feuern. S. Vertheidigung und Sturm.

Der Belagerer kann ſich des kleinen Gewehres nur zu Vertheidigung der Parallelen gegen die Ausfälle, und auf den Trancheekatzen bedienen, um den Feind aus dem bedeckten

Wege zu vertreiben; oder endlich bei dem gewaltſamen Angriff auf letztern. Schon aus der Einrichtung der Parallelen geht hervor: daß ſie für ſich allein nicht vermögend ſind, Widerſtand zu leiſten, wenn ſie nicht durch Geſchütz — das ſie der Länge nach beſtreicht — und durch offenſive Flankenbewegungen der Truppen gegen den Feind, unterſtützt werden.

Kleiner Winkel (Angle diminué), oder abnehmender Winkel ABF. Fig. 134. Tab. XII., weil er der kleinſte Winkel jeder Polygon iſt, oder auch weil er abnimmt, ſo wie der Bollwerkswinkel wächſt. Der Conſtruction nach iſt der kleine Winkel B die Erfüllung des Bollwerkswinkels zu dem halben Polygonwinkel A, und muß im Verhältniß der Zahl der Polygonſeiten wachſen. Denn da die halbe Kehle $= a - b \frac{\text{Sin.}\,(A+B)}{\text{Sin.}\,A}$; wird ſie am kleinſten, wenn $A+B = 90°$, folglich muß dieſe Summe allezeit entweder größer oder kleiner als 90° ſeyn. Nun iſt A im Sechseck = 60°, und B muß kleiner oder größer als 30° werden. Iſt er aber zu klein, wird dadurch die von ihm abhängende Capitale kürzer und der innere Raum des Bollwerkes zu enge. 20 bis 21 Gr. ſcheint im Sechseck für den kleinen Winkel am angemeſſenſten ſeyn.

Im Siebeneck iſt A = 64° 17′, und der kleine Winkel muß kleiner als 25° 43′ ſeyn. Wollte man ihn, wie im Sechseck 21° machen: würde hier die Capitale zu kurz, weil ſie ſich wie der Sinus von B, oder umgekehrt wie der Sinus von A verhält. Da nun der letztere mit der Zahl der Polygonſeiten wächſt, muß man (nach Hennert) auch den kleinen Winkel in demſelben Verhältniß vergrößern, und ihn hier 22° machen. Im Achteck würde er alsdann 22° 30′, oder auch 24° 30′ werden; im Neuneck aber 23°.

Kniehöhe der Schießſcharten (la genouillère) hängt von der Höhe der Laffeten der Feſtungsgeſchütze ab. Montalemberts Laffeten erlauben keine größere Kniehöhe, als 2 Fuß 2 Zoll; wovon in den Kaſematten 1 Fuß 6 Zoll gemauert ſind, die Sohle der Schießſcharten ſelbſt aber durch 8 Zoll hohe Balkenſtücken gebildet wird. Griebeauvals Wallaffeten hingegen erheben das Kanonenrohr bis auf 5 Fuß über den Wallgang, und haben daher auch eben ſo viel Kniehöhe. Gewöhnlich ſetzt man die letztere in den Belagerungsbatterien auf 3 bis 4 Fuß, je nachdem die Kanonen mehr oder weniger hohe Räder haben.

Korb ſ. Erdkorb.

Korbhagel ſ. Steinkörbe.

Koſtenanſchlag zu dem Bau der Feſtungswerke beruhet auf einer vorhergehenden genauen Berechnung des Inhaltes der aus den Gräben zu hebenden Erde, die zu den Wällen und Bruſtwehren aufgeſchüttet werden ſoll; ſo wie alles Mauerwerkes, das als Futtermauern oder Kaſematten eines Theiles die Stelle der Erde vertritt, andern Theiles aber als Militairgebäude für ſich allein aufgeführt wird. Nachdem dieſe Berechnung geſchehen (ſ. Erdbau) kann man im Verhältniß der Koſten für 1 Schachtruthe Erdbau oder Mauerwerk auch den Betrag des Ganzen finden. Doch läßt ſich wegen der in jeder Provinz ſo ſehr verſchiedenen Preiſe nichts Allgemeines beſtimmen, ſondern nur die Form der Bauanſchläge angeben.

Jedem Anſchlage zu dem Bau eines Feſtungswerkes muß eine genaue Beſchreibung deſſelben vorhergehen, worinnen die Beſchaffenheit des Grundes aufgeführt iſt: die Maaße, ſowohl nach der Länge als im Profil, des Walles, der Bruſtwehren und der Futtermauern, die Beſchaffenheit der Verkleidung, ob ſie aus Raſen oder Plackwerk beſteht; ob Minengänge oder andere Kaſematten unter dem Walle angelegt werden ſollen, und die Dimenſionen derſelben; endlich die Beſchaffenheit des bedeckten Weges, mit den darinnen befindlichen Traverſen, Palliſaden und Gatterthoren. Zugleich wird angezeigt: was für Militairgebäude zu dem veranſchlagten Feſtungswerke gehören, nach ihrer Länge, Breite und Höhe, nebſt der Stärke ihrer Mauern. Mit dieſer Beſchreibung wird allezeit ein Riß des Baues mit den nöthigen Profilen verbunden, nach einem hinreichend großen Maaßſtabe (ſ. dies Wort) gezeichnet.

Der Anſchlag ſelbſt zerfällt nach ſeinen Unterabtheilungen in 1) Erdarbeit, 2) Grundbau, 3) Mauerwerk, 4) Wallſetzer- oder Plackarbeit, 5) gehauenes und glatt bearbeitetes Steinwerk, 6) Minengänge, 7) die Brücken und Gatterthore, 8) an Schanzzeug, Karren, Erdrammen ꝛc. Der Erdbau und bisweilen auch das Mauerwerk wird nach Schachtruthen — zu 144 Fuß — letzteres bisweilen auch nach Kubikklaftern zu 216 Fuß; die Wallſetzerarbeit nach Quadratruthen, die Minengänge aller Art nach laufenden Ruthen, großes Steinwerk nach Würfelfuß, die Cordonſteine aber nach laufenden Fußen, in Anſchlag gebracht. Die Arbeiten der Tiſchler, Schmiede und Schloſſer aber müſſen einzeln angezeigt werden. Es iſt dabei zugleich auf die in jedem Staate beſtehende Taxen und Vorſchriften Rückſicht zu nehmen, daß man den Handwerken nicht mehr zugeſteht, als dieſe erlauben. Da zugleich bei der Erdarbeit hauptſächlich die Weite in Anſchlag gebracht werden muß, auf welche die Erde gebracht wird, und man den Auffahrten und Laufbrücken die zwölffache

bis ſechzehnfache Höhe zur Länge giebt; ſo würde man im Verhältniß dieſer Abdachung bei Beſtimmung der Bezahlung die horizontale Entfernung dreifach oder doppelt rechnen müſſen. Würde demnach für die Schachtruthe gewöhnliche Erde 100 Schritt oder 20 Ruthen weit auf gleichem Boden zu fahren 8 Gr. bezahlt, käme im erſtern Falle der Transport auf eine Höhe von 20 Fuß 1 Thlr. zu ſtehen. Man weiß zugleich aus Erfahrung: daß 2 Arbeiter einen Schubkarren voll laden, während ein dritter Arbeiter mit dem vollen Karren 8 Ruthen hin und eben ſo viel mit dem leeren zurück fährt. Zwei andere Arbeiter ſind nöthig: die aufgeſchüttete Erde zu ebnen und feſtzuſtampfen. Folglich erfordert eine Schachtruthe Erde 4 Mann; ohne die Schubkärner, deren Anzahl durch die Entfernung und durch die Tiefe des Grabens beſtimmt wird.

1) Bei dem Erdbau ſelbſt wird angezeigt:

a) der Betrag des Ausſchachtens der Erde aus dem Graben, und das Aufführen derſelben zu dem Walle, den Bruſtwehren und dem Glaçis. Man rechnet 1 Schachtruthe blos auszuwerfen: 6 Gr., und ſie auf 1000 Schritt zu fahren, 12 Gr.

b) Das Aufräumen der Erde für die Grundmauern ſowohl, als für die Futtermauern an dem innern und äußern Grabenrande.

c) Das Ausfüllen der leeren Räume hinter den Futtermauern mit Erde.

d) Das Aufräumen zu den Grundmauern der Pulvermagazine, Kaſernen u. dgl.

e) Das Aufführen der Erde auf die bombenfeſten Gebäude.

2) Für den Grundbau iſt anzuzeigen:

das Bedürfniß auf eine laufende Ruthe Pfahlroſt

a) an Stammholz zu Pfählen;

b) desgl. zu Holmen.

c) Das Arbeitslohn, die Pfähle zu ſpitzen, einzurammen, die Holme zu behauen, aufzubringen, und die Unterhaltung der Rammen.

Hieraus findet man durch die ganze Länge der Futtermauern an der Eſcarpe und Contreſcarpe das erforderliche Holz und den Betrag des Arbeitslohnes.

Die Länge und Beſchaffenheit der Roſtpfähle ſowohl, als der Holme, durch welche ihr Ankaufspreis beſtimmt wird, hängt alsdann von dem mehr oder weniger guten Grunde und von den Holzgattungen ab, die in der Nähe des Bauplatzes zu bekommen ſind. (S. Pfahlröſte)

3) Bei dem Mauerwerk wird die Fundament- oder Grundmauer und die eigentliche Futtermauer, ſowohl an der Eſcarpe, als Contreſcarpe, und hinter dem Wallgange oder in

der Kehle beſonders berechnet; jedoch werden immer Materialien und Arbeitslohn zuſammengezogen. Alsdann werden die Durchgänge (Poternen), Wachhäuſer, Pulvermagazine, jedes für ſich beſonders aufgeführt; desgleichen das Pflaſter nach Quadratruthen. Zu den Grundmauern werden oft rohe Feldſteine oder Kalkſteine, zu dem übrigen Mauerwerk aber theils Bruchſteine (oder Grund- und Werkſtücke), theils Mauerziegel angewendet. Die Kalkſteine werden zu dem Mauerwerke im Brandenburgiſchen in Prahmen zu 300 Würfelfuß verkauft, und ſind daher in Haufen

10	Fuß	lang,	10	Fuß	breit,	3	Fuß	hoch,
15	—	—	10	—	—	2	—	—
20	—	—	5	—	—	3	—	—
25	—	—	6	—	—	2	—	—
30	—	—	5	—	—	2	—	—

geſetzt. Man kann jedoch mit einem Prahm Steinen nur $1\frac{3}{4}$ Schachtruthe, oder genauer: 200 Würfelfuß Mauer aufführen.

Die unregelmäßigen Feldſteine werden am gewöhnlichſten zu dem Pflaſtern verbraucht, und nach Schachtruthen berechnet. Zu 1 Schachtruthe Mauer ſind ohngefähr $\frac{5}{4}$ Schachtruthen Steine, und zu 1 Quadratruthe Steinpflaſter 96 Würfelfuß Steine nöthig. Ein zweiſpänniger Wagen fährt etwa 8 Würfelfuß Feldſteine, jeden zu 165 Pfund gerechnet. Bei ſtarken Pferden und Lohnfuhren würden jedoch füglich 12 bis 13 Würfelfuß Steine fortzubringen ſeyn.

Bei dem Anſchlage auf rohe Werkſtücken iſt auf die Bearbeitung jeder rauhen Fläche derſelben 1 Zoll Abgang, und dann zu 1200 Würfelfuß Mauer 1120 Würfelfuß glatt gehauener Steine zu rechnen.

Die Mauerziegel werden zwar gewöhnlich zu 12 Zoll lang, 6 Zoll breit und 3 Zoll hoch angenommen; allein, man findet ſie ſelten von dieſem Maaße. In den Königl. Preußiſchen Staaten ſind folgende Maaße durch eine Verordnung von 1793 feſtgeſetzt:

Mauerſteine,	lang	$11\frac{1}{2}$	Zoll;	breit	$5\frac{1}{2}$	Zoll;	hoch	$2\frac{1}{2}$ Z.
Desgl. kleine,	—	$9\frac{1}{2}$	=	—	$4\frac{1}{2}$	=	—	$2\frac{1}{8}$ =
Dachſteine,	—	15	=	—	6	=	—	$\frac{1}{2}$ =
Hohlkehlen,	—	15	=	—	$6\frac{1}{4}$	=	—	$\frac{3}{4}$ =
Pflaſterſteine	—	8	=	—	8	=	—	2 =
keilförmige Brunnenſt.	—	$10\frac{1}{2}$	=	—	6 / 4	=	—	4 =

Eine Schachtruthe Mauer erfordert 1200 bis 1300 großer, oder 2000 kleiner Ziegel.

Eine Quadratruthe hölzerner Wand mit $\frac{1}{2}$ Ziegel auszuſetzen, erfordert 612 großer, oder 825 kleiner Ziegel.

Eine Quadratruthe Pflaſter auf der hohen Kante: 600 groſſer oder 825 kleiner Ziegel; werden ſie breit gelegt, ſind nur 300 große oder 450 kleine nöthig. Der Bedarf an Kalk und Sand zu dem verſchiedenen Mauerwerk iſt ſchon oben (Artikel Kalk) angezeigt worden. Belidor (Science des Ingénieurs) rechnet bei Mauern von gehauenen Steinen und Ziegeln $\frac{1}{6}$, bei bloßen Ziegeln aber $\frac{1}{5}$ des Inhalts, Mörtel.

4) Die Arbeit des Wallſetzers beſteht in der Raſenbekleidung der Bruſtwehr und der Auftritte — wenn die letzteren nicht mit Steinen aufgemauert werden — nach Quadrat- oder auch nach laufenden Ruthen. Sollte anſtatt des Raſens die innere und äußere Böſchung aufgeplackt werden: iſt die Berechnung des Arbeitslohnes dieſelbe. Man kann annehmen: daß 1 Wallmeiſter und 5 Gehülfen täglich 2 Quadratruthen Plackwerk verfertigen, woraus ſich denn die übrigen Beſtimmungen ergeben.

5) Die Steinmetzarbeit gehört in gewiſſer Hinſicht mit zu dem Mauerwerk. Sie beſteht

a) aus den Quadern zu den Ecken der Feſtungswerke, nach Würfelfuß, mit Einſchluß des Brecherlohnes, der Fuhren und der Arbeit des Steinmetzen.

b) Den Quadern zu den Schußlöchern der Kanonen in den Kaſematten; eben ſo

c) den Cordonſteinen zur Hauptmauer und zu den Mauern der Kehle: nach laufenden Fußen.

d) Einfaſſungsſteine zu den Schußſpalten der Gallerien für das kleine Gewehr; nach laufenden Fußen.

e) Steinerne Rinnen zu dem Abfließen des Regenwaſſers; eben ſo.

f) Die ſteinernen Stufen.

g) Alle zu den Militairgebäuden gehörigen Steinmetzarbeit an Stufen, Treppengeländern, Thür- und Fenſterſtöcken, Geſimsſteinen ꝛc. nach laufenden Ruthen.

6) Die Haupt- und Uebergänge der Minen, nach Verſchiedenheit des Locales, in der Erde zu treiben, oder von oben hinein zu arbeiten und alsdann auszumauern; nach laufenden Ruthen. Es werden zugleich die erforderlichen Materialien an Holz zu dem Abſteifen, an Lehrbögen ꝛc. mit aufgeführt.

7) Das Brückenholz, ſo wie die Flügel und Gatterthore in den Durchgängen und im bedeckten Wege; endlich die Thüren und Fenſterladen in den Pulvermagazinen und Wachthäuſern. Die Zimmer-, Tiſchler-, und Schmiede- oder Schlöſſerarbeit wird hier beſonders aufgeführt.

8) Das Bedürfniß an Karren, Schaufeln, Erdhauen und Minirkörben, ſo wie für das Arbeitslohn, für Aufſeher und zu Unterhaltung des Schanzzeuges.

9) Die Bezahlung des Platzes zu den Feſtungswerken nach Ackern oder Morgen.

10) Endlich unter den Extraordinariis, die Beſoldung des Rendanten, die Diäten, das Ausſchöpfen des Waſſers aus den Gräben, Botenlohne, Schreibmaterialien ꝛc.

Die beſondern Militairgebäude, Kaſernen, Magazine, Kommandantenwohnungen, Zeughäuſer u. ſ. w., obſchon ſie zugleich mit den Feſtungswerken erbauet werden ſollen, müſſen dennoch im Bauanſchlage für ſich einzeln aufgeführt werden. Nach vorausgeſchickter genauer Beſchreibung des Gebäudes würde hier ſtehen:

1) Maurerarbeit: das Ausgraben des Fundamentes, die Aufführung der Grundmauern und der Widerlagen zu den Kellergewölben, nach Schachtruthen (à 1 Thlr. 20 Gr.)

Die Gewölbe der Keller, wo 1 Quadr. R. Kappengewölbe ohngefähr 4 Thlr. und 1 Quadr. R. Kreuzgewölbe 5 Thlr. Preuß. Cour. koſtet.

Das Ausgraben der Erde aus dem Keller, nach Schachtruthen (à 6 Gr.).

Das Aufmauern des Kellerhalſes und der Treppen von 6 Stufen (2 Thlr.).

Der Bewurf der Kellerwände und des Gewölbes; nach Quadratruthen (à 8 Gr.)

Die Umfaſſungs= und Scheidemauern des unteren Stockes in tüchtigem Verbande aufzuführen; nach Schachtr. (2 Thlr.)

Die Umfaſſungs= und Scheidemauern des zweiten Stockes, eben ſo (2 Thlr. 4 Gr.). Bei jedem höheren Stockwerk werden etwa 4 Gr. mehr gerechnet.

Die Dachgiebel aufzuführen, nach Schachtr. (2 Thlr. 8 Gr.)

Holzwände auszumauern, nach Quadratruthen (1 Thlr.).

Vorgelege und Kamine anzulegen, und Schornſteinmäntel in den Küchen zu wölben; wird einzeln berechnet (à 5 Thlr.) und in den unteren Stockwerken für jedes darüber ſtehende Stockwerk 2 Thlr. zugeſetzt. Eben ſo viel beträgt das Hinaufführen des Schornſteins bis über ein einfaches Dach.

Die Feuerheerde in den Küchen zu mauern und unterwölben (1 bis 2 Thlr.).

Einen Ofen von Mauerziegeln zu ſetzen, mit dem zugehörigen Eiſen (5 Thlr.).

Eine Ofenniſche, oben rund gewölbt, zu mauern (1 = 2 Thlr.).

Jede Quadratr. Ziegelpflaſter, wenn zugleich die Fugen mit Kalk ausgegoſſen werden, auf der flachen Seite (16 Gr.), oder auf der hohen Seite (1 Thlr.).

Hierauf folgt das Eindecken des Daches, die Geſimſe und das Abputzen der äußeren und inneren Wände.

Die Zimmerarbeit begreift das Stämmen und Zöpfen oder Vergleichen des Holzes, das Beſchlagen deſſelben (6 bis 8 Gr. f. d. Stamm); die Verfertigung der hölzernen Treppen (à 1 Thlr. die Stufe); das Bedielen der Stubenböden nach Quadratfußen (à 3 = $3\frac{1}{2}$ Thlr.).

Das Arbeitslohn der Lehmer geht auf die Fütterung von Lehm zwiſchen den Fußböden der Stockwerke.

Nachdem auf dieſe Art das Arbeitslohn des Tiſchlers, des Schloſſers, Schmieds, Glaſers, Töpfers, Klempners und Dachdeckers aufgeführt worden: geht man zu den Baumaterialien über. Sie ſtehen ebenfalls in folgender Ordnung;

a) Steine, als Bruchſteine und Ziegel.
b) Kalk.
c) Lehm.
d) Mauerſand.
e) Rohr.
f) Drath.
g) Dachſpließe.
h) Gyps.
i) Nägel; als Rohr=, Sechspfennig= und Bretnägel, auch Bodenſpieker.
k) Holz, wo die Koſten des Schneidens und des Anfahrens beſonders gerechnet werden müſſen.

Obgleich ſich in Hinſicht des wirklichen Aufwandes Nichts genau beſtimmen läßt, mag doch zur Vergleichung die ohngefähre Berechnung der Baukoſten nach St. Paul dieſen Artikel beſchließen. Er rechnet

die Baukoſten der geraden Flanke eines Bollwerkes	4500	Thlr.
= — — derſelben mit Orillons	8300	—
= — — eines Abſchnittes im Bollwerke	17500	—
= — — eines Kavaliers nach Cormontaigne	12500	—
= — — eines großen Ravelins	20000	—
= — — einer Contregarde	30000	—
= — — der Contreſcarpe vor jedem Bollwerk oder Ravelin	6250	—
= — — —— wenn ſie nur halbe Futtermauern hat	3750	—
= — — einer ganzen Fronte mit großen Ravelinen	112500	—
= — — —— mit Contregarden	162500	—

Krenelirte Mauern, ſ. Kehle und Schießlöcher.

Krete, ſ. Kamm und Krone.

Kreuzgewölbe oder Verſammlungsgewölbe der Minen (Carrefours oder Cases) befinden ſich auf den Durchſchnittspunkten der Gallerien, und dienen zu Verſammlungsörtern der Minirer, zu Aufbewahrung der bei dem Treiben der Rameaux und Horchgänge nöthigen Geräthſchaften ꝛc.; ſo wie zu den Orten: wo der eingedrungene feindliche Minirer von 2 oder 3 Seiten zugleich angegriffen werden kann. Sie befinden ſich gewöhnlich auf den Stellen, wo bei Anlegung der Defenſivminen die Schächte herein geſenkt werden, und können entweder a) als Tonnengewölbe, b) als gedrücktes Gewölbe, oder c) als Dom gemauert werden. Bei den beiden erſteren Arten liegt der innere Kreis des Gewölbes nicht höher, als die Decke der Gallerien; bei der letzteren Art hingegen erhebt er ſich über ſie.

a) Soll nun bei 6 Fuß hohen und 8 Fuß breiten Gallerien, die einander in H rechtwinklich durchſchneiden, ein viereckiges Verſammlungsgewölbe aufgeführt werden, Fig. 155. Tab. XIV., dürfen auch die Widerlagen bei E nicht über 34 Zoll Höhe bekommen, weil der Radius des Gewölbes 3 Fuß iſt. Das Gewölbe der Gallerien C und D wird bis an den Eingang des Gewölbes, das der beiden andern Gallerien A, B aber nur bis d d geführt, wo ſich die Widerlagen E E anfangen. Man ſetzt nun den Lehrbogen auf die letztern, und verbindet ihn durch aufgenagelte, an ihren Enden etwas abgeſtoßene Latten (damit ſie hier keine Erhöhung machen), mit den Lehrbögen der Gallerien A und B.

Der Lehrbogen des Verſammlungsgewölbes kann zu beſſerer Beweglichkeit aus 4 einzelnen Lehrbögen beſtehen, deren jeder auf ſeiner beſondern Unterlage ruhet, um ſie auch leicht und bequem einzeln hinwegnehmen zu können, ſo wie ſie nach und nach überwölbt ſind.

Endiget ſich der Minengang D in dem Verſammlungsgewölbe, ohne weiter nach C fort zu gehen; geſchiehet das Wölben eben wie vorher, nur daß die Widerlagen bei f f zuſammengezogen werden, damit hier keine Oeffnung bleibt. Sie bekommen deshalb die Höhe des Gewölbes.

Durchſchneiden ſich zwei Gallerien unter einem ſchiefen Winkel: kann das Gewölbe H Fig. 156. Tab. XIV. dennoch viereckig werden, wenn man die Widerlagen E in der hier bezeichneten Form 34 Zoll hoch aufführt. Um hier die Gewölbe der Gänge C und D zu vollenden, muß man entweder ſchräge Lehrbögen für die Theile a b c und e d f verfertigen; oder beſſer, man läßt die geraden Lehrbögen um den Theil a c und d f bei b und e überſtehen, und wölbt nun über dieſen Theil.

b) Weil die Tonnengewölbe den Fehler haben, daß ein gewöhnlicher Menſch nur in der Mitte aufrecht ſtehen kann, ſo-

bald ihre Decke nicht höher, als die der anſtoßenden Minengänge ſeyn ſoll: bedient man ſich öfterer der gedrückten oder elliptiſchen Bögen, deren Widerlagen höher aufgemauert werden können, ohne daß ſie deshalb eine größere Höhe bekommen. Auch da, wo zwei Minengänge unter irgend einem Winkel zuſammenſtoßen, ohne ſich zu durchſchneiden, iſt das gedrückte Gewölbe mit Nutzen anzuwenden. Um es zu conſtruiren, muß man eine halbe Ellipſe haben, deren große Axe DF der Diagonale gleich, dere halbe kleine Axe EG aber der Radius des Gewölbes. Man trägt zu dem Ende die Breite der beiden Minengänge A und B auf ein glattes Bret, beſchreibt mit $\frac{1}{2}$ CD. Fig. 157. Tab. XIV. den Halbkreis CED, der durch Perpendicularen in eine willkührliche Anzahl gleicher Theile 1 a. 2 b. ꝛc. getheilt wird. Aus den Punkten, wo dieſe Perpendicularen die Diagonale DF treffen oder durchſchneiden, werden andere ſenkrechte Linien auf ſie gezogen, q. 15 = 1. a; r. 14 = 2. b: s. 13 = 3. c; t. 12 = 4. d ꝛc., ſo daß jede dieſer ſenkrechten Linien ihrer entſprechenden Ordinate des Durchmeſſers CD gleich wird. Endlich zieht man durch die Punkte 15, 14, 13, 12, 11, 10 ꝛc. die verlangte Ellipſe FHD, die man ausſchneidet, in der Richtung DF ſenkrecht auf die Widerlagen ſetzt, und ſie durch Latten mit den auf CD und DG ſtehenden Kreisbögen verbindet, um den zugehörigen Lehnbogen für das Verſammlungsgewölbe zu bekommen, welches auch immer der Vereinigungswinkel zweier Minengänge ſeyn mag.

Wenn die Minengänge ſich rechtwinklich durchſchneiden, und man hier ein Verſammlungsgewölbe von 36 Quadratfuß anlegen will: werden die Widerlagen eben wie Fig. 155. EE $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch aufgeführt, und die Gewölbe der Gänge C und D bei ihrem Ausgange, die der Gänge A und B aber bei dd geendiget, um Raum für das elliptiſche Gewölbe H zu behalten. Der Lehnbogen wird hier 6 Fuß lang und 18 Zoll hoch auf die eben beſchriebene Weiſe gemacht, und alsdann durch aufgenagelte Latten mit den Lehnbögen der anſtoßenden Gallerien A und B verbunden. Sollten die Minengänge ſich in ſchiefer Richtung durchſchneiden: wird in allem auf die vorher bei den Tonnengewölben beſchriebene Weiſe verfahren.

c) Stoßen mehrere Gallerien unter verſchiedenen Richtungswinkeln zuſammen: wird der Verſammlungspunkt zu Vermeidung der, außerdem ſehr ſchwierigen Einrichtung der Lehrbögen als eine Kuppel zugewölbt. Zu dem Lehrbogen wird hier in der Mitte des Gewölbes ein achteckiger Baum A. Fig. 158. aufgerichtet, 9 Fuß hoch und 12 Zoll ſtark, der unten auf einem Bretſtück B ſteht, und deſſen oberes Ende abgerundet iſt. Auf jeder ſeiner 8 Seiten iſt ein Rähmenholz CD horizontal eingezapft, deſſen Enden bei D auf den Ständern DE ruhen. In

die Enden der Hölzer CD ſind die aus kienenen Brettern geſchnittenen Bögen DF eingelaſſen, 2 Zoll dick und 7 Zoll breit, die am oberen Theile des ſenkrechten Baumes zuſammen kommen, und auf ihrer äußeren Fläche Einſchnitte für die Reifen haben, um die Reifſtücken, 6 Zoll breit und 6 Zoll von einander darauf befeſtigen zu können, g. Wenn dieſer Lehrbogen zuſammengeſetzt iſt, verbindet man ihn durch übergenagelte Latten mit den Lehrbögen der hier zuſammenlaufenden Minengänge.

Wenn der Dom übermauert iſt, werden zuerſt die Ständer DE hinweg genommen; hierauf wird das Bret B herausgezogen, wodurch alle Theile des Lehrbogens locker werden, daß man ſie ohne Schwierigkeit nach einander herausnehmen kann. Dieſe Art von Gewölbebau hat nur den einzigen Nachtheil: daß der obere Theil gewöhnlich über die Decke der Gallerien empor ſteht, und deshalb nicht allezeit 8 bis 9 Fuß Erde über ſich haben kann, wenn man die Kuppel halbkreisförmig macht, wozu eine Tiefe von 19 bis 20 Fuß erfordert wird. Kann man demnach mit der Sohle der Minengänge nicht tiefer, als 16 bis 17 Fuß gehen: muß man die Decke der Kuppel mit einem gedrückten Bogen wölben.

Kann nun z. B. die Sohle des Domes nur 16 Fuß unter dem Horizont liegen, von dem man 1 Fuß für die Dicke des Gewölbes und 8 Fuß für die Höhe der darüber liegenden Erde abziehen muß, um die Höhe des Domes (= 7 Fuß) zu bekommen. Hiervon gehen $4\frac{1}{2}$ Fuß auf die Höhe der Widerlagen ab, und folglich bleiben $2\frac{1}{2}$ Fuß auf den Bogen.

Auf die gegebene Weite des Domes AB errichtet man in der Mitte die Senkrechte CD = der eben angegebenen Höhe von $2\frac{1}{2}$ Fuß. Da nun die Entfernung der beiden Brennpunkte der Ellipſe von einander = der doppelten Wurzel des Quadrats von AC, minus dem Quadrat von CD iſt, ſo hat man durch die bekannten Größen

$$\sqrt{}(16' - 6,25') = \sqrt{}9,75' = 3\tfrac{1}{12} \text{ Fuß mehr.}$$

Das Doppelte dieſer Wurzel iſt 6 Fuß 2 Zoll 11 Linien, bis auf einen für die Praktik unbedeutenden Unterſchied. Die Hälfte davon aus C nach F und G getragen, giebt die Brennpunkte der Ellipſe. Befeſtiget man nun eine 8 Fuß lange Schnur (= AB) in die beiden Brennpunkte: ſo kann man vermittelſt eines Reißſtiftes die krumme Linie ADB beſchreiben, welche die äuſſere Form des Lehnbogens giebt. Alle übrigen Theile deſſelben werden eben ſo wie vorhin beſchrieben, zuſammengefügt und nach dem Uebermölben der Kuppel auch eben ſo wieder auseinander genommen.

Während bei viereckigen Gewölben 6 Fuß für jede Seite hinreichend ſind: muß man den runden 8 Fuß Durchmeſſer geben, weil ſie alsdann auch nur ohngefähr denſelben Inhalt, 36

Quadratfuß haben, die nothwendig ſind, um mit dem Schubkarren umdrehen zu können, wenn man aus einem Minengange kommt und in einen Seitengang hinein fahren will.

Außer den eben beſchriebenen elliptiſchen Bögen hat man noch eine andere Gattung derſelben, die man, nach Gumbertz, auf folgende, etwas weitläuftige Weiſe conſtruirt. Auf der Mitte der großen Axe AB. Fig. 160. Tab. XIV. errichtet man eine ſenkrechte Linie CD von der Länge der halben kleinen Axe, die man unterwärts unbeſtimmt nach x verlängert. Man beſchreibt hierauf aus A und B mit AC die Kreisbögen CF und CE, ſo auch mit CF den kleinen Bogen HI, um die Länge EG zu erhalten, womit die Bögen smp und tnq aus A und B, ſo wie die Am und Bn aus p und q beſchrieben werden. Man zieht zuletzt m und C zuſammen; errichtet in der Mitte dieſer Linie die ſenkrechte ro, um aus dem Punkte, wo ſie die verlängerte kleine Axe durchſchneidet, mit Om den Bogen mCn zu ſchreiben, und die Ellipſe zu vollenden.

Der obere Theil dieſer Domgewölbe muß übrigens jederzeit wenigſtens 9 Fuß unter der Erdfläche liegen, damit keine Bombe hindurch ſchlagen, auch der feindliche Minirer ſie nicht ſo leicht entdecken kann.

Kriegsbaukunſt (fortification) ſ. **Befeſtigungskunſt.**

Krönung des bedeckten Weges, ſ. **Couronnement** und **Eroberung.**

Krone der Bruſtwehr (Crète) heißt die obere Fläche derſelben, und bekommt allezeit eine Abdachung auswärts, damit die dahinter ſtehenden Soldaten den äußeren Grabenrand, oder bisweilen auch einen Theil des Grabens beſtreichen können. S. **Abdachung.**

Kronwerk (Ouvrage à Couronne) unterſcheidet ſich von dem oben beſchriebenen **Hornwerke** blos durch das ganze **Bollwerk** C. Fig. 161. Tab. XIV., welches zwiſchen den beiden halben Bollwerken A und B liegt, und bisweilen zu beiden Seiten die Raveline D hat. Die **Kronwerke** verdanken ihren Urſprung noch jener früheren Epoche der Befeſtigungskunſt, wo man die Feſtungen in eben dem Maaße zu verſtärken glaubte, wie man die Zahl der vor einander liegenden Werke, und folglich auch den Umfang des Ganzen vergrößerte. Man findet daher Beiſpiele: daß die älteren Ingenieure noch ein **Kronwerk** vor ein **Hornwerk** legten, oder auch umgekehrt, ohne daß dadurch das Widerſtandsvermögen der Feſtungen bedeutend vermehrt ward, wie die ſchnelle Eroberung der Niederländiſchen Fe-

ſtungen durch die Franzoſen in der erſten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts beweiſt.

Alles oben über die Hornwerke (w. n. i.) geſagte findet auch hier bei den Kronwerken ſeine Anwendung, die überdies noch mehr Baukoſten und eine ſtärkere Beſatzung erfordern. Sie können daher blos da angebracht werden: wo ſie der Feſtung zu einem Brückenkopf, oder zu Behauptung einer Anhöhe ꝛc. dienen und durch den vorbei fließenden Strom, oder auch wohl durch eine Ueberſchwemmung in ihrer von dem Hauptwalle zugleich beſtrichenen Kehle, hinreichend gegen einen gewaltſamen Angriff des Feindes geſichert ſind. Und ſelbſt in dieſem Falle darf man in unſern nördlichen Ländern, wo der Winterfroſt ſo oft jede Deckung durch Waſſer unnütz macht, die Sicherſtellung der Kehle nicht vernachläſſigen.

Künette, ſ. Cünette.

Kunſtfeuer (Artifices) zur Vertheidigung, wie zum Angriff der Feſtungen beſtehen in Bomben und Granaten, in Karkaſſen, Brandkugeln, Leuchtkugeln, Pechfaſchinen, Pechkränzen, Pulverſäcken und Brandtüchern. Die Verfertigung aller dieſer verſchiedenen Dinge gehört für die Artillerie, ihre Anwendung hängt von den Umſtänden ab; daher ſich im Allgemeinen Nichts darüber beſtimmen läßt, und blos einige beiläufige Bemerkungen beigebracht werden können.

Zu dem Angriff der Feſtungen ſollte man ſich der Kunſtfeuer nur in dem ſeltnen Falle bedienen, wo man gewiſſe Nachricht hat: daß die Feſtung ohne Kaſematten und bombenfeſte Gebäude, die Zeit aber zu kurz geweſen iſt, um ihren Mangel durch Blendwerke zu erſetzen. So würde Lille in dem letztvergangenen Feldzuge (1815) ſich haben ohne großen Widerſtand ergeben müſſen, wenn die Engländer es ſogleich bei ihrer Ankunft bombardirt und mit glühenden Kugeln beſchoſſen hätten. In jedem andern Falle hingegen iſt es grauſam und zwecklos: die Kunſt des Angriffes durch Mordbrennerei zu entehren. Das Anzünden der Bürgerhäuſer wird gewiß keinen Kommandanten zur Uebergabe bewegen, ſobald er nur Mittel hat, ſeine Munition und Lebensmittel zu ſichern.

Von größerem Nutzen ſind die Kunſtfeuer bei der Vertheidigung der Feſtungen. Hier ſucht der Belagerte durch Leuchtkugeln ſowohl den Moment der Eröffnung der Laufgräben, als die Fortſchritte der Belagerungsarbeiten, zu entdecken. Bei den Ausfällen bedient er ſich der Pechkränze und Pechfaſchinen zu dem Anzünden der feindlichen Werke, welches bei der Bekleidung derſelben mit Faſchinen und Schanzkörben ſehr leicht iſt, wie beſonders die Belagerung von Gibraltar ein merkwürdiges Beiſpiel

aufſtellt. Dieſelbe Vertheidigungsweiſe iſt auch gegen die Logementer im bedeckten Wege und in einem trocknen Graben, beſonders aber gegen den Faſchinendamm und die Gallerie über einem Waſſergraben anzuwenden. Das Erſtürmen der Breſche wird dem Angreifer durch Sturmtöpfe, Bomben, Handgranaten und Pulverſäcke, auch durch Brandzeuge und Feuerlanzen erſchwert, wie man an ſeinem Orte (Artik. Sturm) ſehen wird.

Kunſtfeuer-Laboratorium (Laboratoire des artifices) iſt immer auf die Seite der Feſtung zu legen, die der Angriffsſeite entgegen ſteht. Es muß hinreichenden Raum zu den verſchiedenen Arbeiten haben, und daher enthalten: 1) Ein Zimmer zu dem Abreiben der Sätze; 2) einen oder zwei Säle zu dem Schlagen der Bränder, zu Verfertigung der Patronen für das Geſchütz und ähnliche Arbeiten: 3) ein Zimmer zu dem Nähen der Kartuſchſäcke; 4) zwei Zimmer, worin ſich die Bohrbänke zu den Raketen befinden; 5) ein Zimmer zu Verfertigung des geſchmolzenen Zeuges und der Brandkugeln. 6) Das Leimhaus, wo ſich die eingemauerten Keſſel zu dem Schmelzen des Schwefels ꝛc. befinden und wo der Leim und Kleiſter gekocht wird. 7) Der Aufbewahrungsort für die vorräthigen Hülſen, Brandröhren u. dgl.

Befindet das Laboratorium ſich in einer Kaſematte: müſſen die Gemächer hinreichend große Fenſter haben, und dieſe nicht mit eiſernen Stäben verwahrt ſeyn, damit die zufällig bei der Arbeit in Brand kommenden Kunſtfeuer hinaus geworfen werden können, ehe ſie die andern brennbaren Materialien anzünden. Man ſollte übrigens ſtrenge darauf halten: daß ſich nie viel vorräthige Munition in dem Laboratorio befinde. Sollen daher eine bedeutende Anzahl Patronen gefüllt werden: muß man durchaus die dazu beſtimmten Arbeiter an mehrere Orte vertheilen: damit an keinem mehr als einige 100 Pfund Pulver ſeyn dürfen.

Kupfer wird bisweilen zu Bedeckung der Dächer öffentlicher Gebäude, der Kaſernen, Zeughäuſer, Ciſternen u. dgl. angewendet, wo es den Vorzug einer außerordentlichen Dauerhaftigkeit hat.

Die zu dieſem Zweck beſtimmten Platten ſind $2\frac{1}{2}$ Fuß lang und breit; ſie enthalten daher $6\frac{1}{4}$ Quadratfuß, jeden zu $1\frac{1}{4}$ Pfd. Gewicht. Folglich wiegt die ganze Platte 7 Pfund 13 Loth, und deckt, nach Abzug der — 1, 5 Zoll betragenden — Falze, 5 Quadratfuß. Jede kommt mit dem Arbeitslohn auf dem Dache ohngefähr 18 Gr.

Kurtine, ſ. Courtine.

Kürzeſte Widerſtandslinie (Ligne de moindre resistance) A B. Fig. 85. Tab. VII. iſt bei den Minen die kleinſte Entfernung von demjenigen Punkte, wo der Widerſtand der Erdmaſſe gegen die fort treibende Pulverkraft aufhört. Hieraus folgt: daß dieſe Linie eine ſenkrechte, ſchräge, oder auch horizontale Richtung haben kann, nach Verſchiedenheit des Punktes, wo ſich der nächſte leere Raum um die Minenkammer befindet. Ehemals pflegte man blos die nach der Oberfläche der Erde ſenkrecht aus der Minenkammer herauf gehende Linie mit dieſem Namen zu belegen, an deſſen Statt der General Mareſcot ihr den der Exploſionslinie giebt. Da durch ſie die Schwere der von der Mine zu hebenden Erdmaſſe beſtimmt wird: dient ſie vorzüglich zu Regulirung der Ladungen der Minen. (w. n. i.)

Küſtenbatterien oder Strandbattrien (Batteries de côte) ſind beſtimmt: dem Feinde die Annäherung an die Seeufer und Ankerplätze zu verhindern, und demnach die Rheden und Häfen zu decken; oder endlich, irgend einen Paß oder Durchgang zu beherrſchen. Sie ſind demnach entweder paſſager oder permanent; je nachdem man früher darauf bedacht war, die Küſten zu ſichern, oder es erſt bei einem ausbrechenden Seekriege zu thun genöthiget iſt. Der Zweck dieſer Batterien deutet von ſelbſt ihre Lage an, doch findet hier daſſelbe ſtatt, was bei den Landesgrenzen zu berückſichtigen iſt: „daß eine zu große „Vervielfältigung der Deckungsmittel die Kraft lähmt, um auf „den angegriffenen Punkten mit dem erforderlichen Nachdruck „zu wirken." Man lege daher die Küſtenbatterien nur auf die wichtigeren Stellen, und decke den übrigen Theil der Küſten durch ein ſehr bewegliches Korps mit leichtem Geſchütz, das dem gelandeten Feinde noch während dem Ausſchiffen ſeiner Truppen, oder unmittelbar darauf, ſchnell angreift und in die See zurück wirft. Der Eingang in die Häfen, die Mündungen der Flüſſe, Landungsplätze, die zur Ebbezeit noch 15 Fuß tief Waſſer haben, endlich die Stellen, wo die Fahrzeuge — von feindlichen Schiffen gejagt — eine Zuflucht finden; dies ſind die wahren Punkte zu Anlegung der Batterien. Hier müſſen ſie ein kreuzendes Feuer machen und jeden vorliegenden Punkt zugleich von mehreren Orten beſchießen können. Man legt ſie demnach auf Inſeln und weit in die See vorſpringende Sandbänke oder Felſenriffe, wo ſie dieſe Abſicht am beſten erfüllen. Wird der Hafen durch einen in das Meer fallenden Fluß gebildet: muß die Mündung deſſelben durch Forts und Strandbatterien beſchützt werden, die den Fluß der Länge nach beſtreichen können, wie bei Dünkirchen, Calais, Danzig u. a. m. Daſſelbe findet auch ſtatt, wenn der Hafen im Inneren einer Bucht liegt, deren Aus-

gang bisweilen ſehr enge iſt; wo man die Ufer des Einganges nicht nur, ſondern auch der ganzen Bucht, mit Batterien beſetzen kann, um dem Feinde den Aufenthalt in jener unmöglich zu machen, wie dies bei Breſt der Fall iſt. Bietet die Natur auch keine Gelegenheit zu dergleichen Anlagen dar, und iſt der Ankerplatz außerhalb des Kanonenſchuſſes der Strandbatterien: muß man eine hölzerne Redoute auf eingerammten Pfählen erbauen, und ſie mit ſchweren Kanonen beſetzen, um die feindlichen Schiffe entfernt zu halten. Belidor beſchreibt in ſeiner Waſſerbaukunſt mehrere dergleichen Batterien, die in Frankreichs ſchönern Zeiten vor den Kriegshäfen dieſes Landes erbauet worden ſind und bei ähnlichen Anlagen als Muſter dienen können. Sie ſind jedoch theils blos aus Holz, und geben daher dem Feinde Gelegenheit: ſie anzuzünden; theils liegen ſie ſo niedrig, daß ſie von den Maſtkörben der feindlichen Schiffe überhöhet und die Artilleriſten durch das Feuer derſelben von ihrem Geſchütz vertrieben werden können. Im Allgemeinen laſſen ſich für die Anlage der Strandbatterien, die eine Rhede, oder den Eingang eines Hafens beſchützen ſollen, folgende Grundſätze aufſtellen:

1) Sie dürfen nicht weiter auseinander liegen, als die gute Wirkung des Kanonenſchuſſes erlaubt, d. h. 800 Schritt.

2) Das Geſchütz auf den Strandbatterien darf nie über Bank ſchießen, ſobald die Meerestiefe den feindlichen Schiffen erlaubt: ſich bis auf 200 Schritt dem Ufer zu nähern. Es muß in dieſem Falle durch Gewölbe, oder wenigſtens durch Schießſcharten und Blendwerke gegen das Feuer von den Maſtkörben gedeckt werden. Unterläßt man dieſe Vorſicht, aus dem gewöhnlichen Grunde: um mit dem Geſchütz ein größeres Feld beſtreichen zu können, und legt ſich ein feindliches Schiff bis auf 100 Schritt vom Strande, A in B. Fig. 165. Tab. XIV., ſo werden die Kanonen der Bankbatterien von allen drei Geſchützlagen des Schiffes getroffen und die hinter der Bruſtwehr ſtehenden Artilleriſten von den im Maſtkorbe C poſtirten Schützen getödtet werden können. Der größere mögliche Richtwinkel des über Bank ſchießenden Geſchützes kommt hier in keinen Betracht, weil die Entfernungen des Objectes mit der Erweiterung des horizontalen Richtwinkels wachſen, ſo daß bei 45 Grad Seitenrichtung die Schußweite ſchon über 1000 Schritt iſt, wenn ſie in gerader Linie 800 Schritt war. Man ſollte daher vielmehr das Geſichtsfeld der Geſchütze auf den Strandbatterien zu beſchränken ſuchen, anſtatt es zu erweitern.

3) Die Stärke und das durch den Bau bewirkte Widerſtandsvermögen der Batterie muß immer der Art des möglichen Angriffes entſprechen. Sobald große Schiffe ſich ihr bis auf weniger als 300 Schritt nähern können: muß ſie aus ſtarkem

Mauerwerk beſtehen und oben gegen das Feuer der Maſtkörbe bedeckt ſeyn; man erlangt dadurch den Vortheil: die Schießſcharten näher zuſammenrücken und folglich in einem kleineren Raume mehr Geſchütz anbringen zu können. Es iſt von ſich ſelbſt klar: daß nächſt der Stärke des feindlichen Angriffes auch die größere oder geringere Wichtigkeit des zu vertheidigenden Punktes in Betracht kommt. Ein großer Hafen, der viel Vorräthe enthält, deſſen Eroberung dem Feinde wichtige Hülfsquellen eröffnen würde, muß durch ſtärkere Batterien und durch eine gröſſere Geſchützmenge vertheidigt werden, als ein kleinerer, deſſen Beſitz nur momentane Vortheile gewährt.

4) Aus dem vorhergehenden Grundſatze ſcheint die Nothwendigkeit zu fließen: daß wichtige Strandbatterien auch eben ſo, wie die Schiffe, gegen die ſie fechten ſollen, mehrere Lagen Geſchütz übereinander haben müſſen, und daß dieſes Geſchütz eben ſo nahe aneinander ſtehen muß: nicht über 12 Fuß.

5) Die Schießſcharten müſſen dergeſtalt geöffnet ſeyn: daß man das Geſchützrohr auf jeder Seite — von der Axe an gerechnet — 20 bis 25 Grad ſeitwärts richten kann. Bei dieſer Richtung kann man auf 800 Schritt aus der halben Schießſcharte eine Länge von 372 Schritt, und auf 300 Schritt eine Länge von 139 Schritt — die Tangente des Winkels von 25° beſtreichen.

Hieraus folgt: daß bei einer gerade fortlaufenden Küſte, welche die Entfernung des Schiffes von derſelben durch die Waſſertiefe auf 800 Schritt beſtimmt, das Schiff von dem Augenblick an, wo ſein Vordertheil von der erſten Schießſcharte geſehen wird — wo es demnach noch 372 Schritt ſeitwärts von der Axe derſelben entfernt iſt — bis zu dem Augenblicke, wo es den Geſichtskreis der letzten Schießſcharte verläßt, in jedem Punkte den Schüſſen der Batterie ausgeſetzt iſt. Dies würde bei einer Batterie von 24 Kanonen, mit 9 Fuß Abſtand, eine Länge von beinahe 900 Schritt betragen. Kein Manövre kann das Schiff dagegen ſchützen, als wenn es ſich außerhalb dieſer Feuerwirkung hält. Mit dieſem Grundſatze verbindet ſich noch der:

6) Die Entfernung der Schießſcharten von einander ſo abzumeſſen, daß auf die erwähnte Weite durchaus kein ungeſehener und unbeſtrichener Raum bleibt, wo ein kleines Fahrzeug, durch die Merlons gedeckt, verweilen könnte. Schon bei einer Erdbatterie, mit 18 Fuß Abſtand der Schießſcharten von einander, und 20 Grad Oeffnung derſelben, kreuzen ſich ihre Seitenlinien 50 Fuß von der Spitze des Winkels, oder 30 Fuß vor der äußeren Böſchung der Bruſtwehr. Rückt man aber die Schießſcharten bis auf 9 Fuß zuſammen, und giebt man ihnen 50 Grad Oeffnung; verringert ſich die Weite bis auf 3 Fuß, wo die Seitenlinien der Schießſcharten ſich vor der Mauer kreu-

zen. Will nun aber das feindliche Schiff außer der Schußlinie der Batterie bleiben: muß es ſich über 800 Schritt entfernt halten, und würde auf dieſe Weiſe nur wenig gegen die Batterie ausrichten. Das Feuer des kleinen Gewehres aus den Maſtkörben bliebe hier ohne alle Wirkung, und kann den hinter der Bruſtwehr beſchäftigten Artilleriſten keinen Schaden zufügen. In dieſem einzigen Falle kann man bloße Erdbatterien zu Vertheidigung der Küſte erbauen, ohne daß man fürchten darf: die Artilleriſten von den auf den Maſtkörben ſtehenden feindlichen Schützen getödtet zu ſehen, wie bei dem Angriff auf Porto Bello.

7) Alle Strandbatterien müſſen auf ihren beiden Ecken abgerundet und ebenfalls mit Geſchütz beſetzt ſeyn, damit die feindlichen Schiffe ſich nirgends aufſtellen können, ohne von ihnen beſchoſſen zu werden. Nur dann, wenn die Batterie im Innern eines Meerbuſens, oder in einer eingehenden Bucht lieget, wo die Schiffe ſich nicht ſo weit ſeitwärts ſtellen können.

8) Weil der Feind leicht die Strandbatterien durch ein, in der Nacht gelandetes Detaſchement von hinten ſtürmen und dadurch unnütz machen kann, wie unter andern zu Kap Breton geſchehen: müſſen ſie hinten gleichmäßig mit einer Bruſtwehr und palliſadirten Graben verſchloſſen ſeyn.

9) Da endlich die Schiffe allezeit Kanonen von ſtarkem Kaliber führen: müſſen auch die Strandbatterien wenigſtens mit Vierundzwanzigpfündern, und jede mit zwei Mörſern beſetzt ſeyn; auch darf ein Windofen nicht fehlen, um Kugeln zu glühen; denn die glühenden Kugeln und die Brandbomben ſind immer das wirkſamſte Vertheidigungsmittel gegen die Schiffe.

Auf dieſen Grundſätzen nun beruhet Montalemberts Vorſchlag zu einer durchaus kaſemattirten und hinten geſchloſſenen Strandbatterie, Fig, 166. Tab. XIV., die aus zwei Thürmen beſteht, A und B, durch eine gegen die See gerade laufende, C, gegen die Landſeite aber vorſpringende Kurtine, D, verbunden. Letztere iſt — wie die Umfaſſung der Thürme — ein Erdwall, der hinter ſich einen trocknen und vor ſich einen Waſſergraben, jenſeits deſſelben aber einen bedeckten Weg hat. Jeder Thurm enthält 3 Lagen Geſchütz über einander, und 3 Reihen Schießlöcher für das kleine Gewehr; ſo auch die Kurtine C. Dieſe enthält, mit dem obern unbedeckten Raume, 96 Geſchützſtände, und ein, 500 Schritt von der Batterie vorbei ſegelndes Schiff würde bei nur einmaligem Abfeuern der Kanonen 120 Kugeln bekommen. Demohngeachtet erfordert dieſe Batterie nicht mehr als 2500 Kubiktoiſen Mauerwerk, während das bekannte Fort der Risbank vor Dünkirchen, das nur 56 Kanonen auf einer 48 Fuß hohen, oben offenen Batterie faßte, über 6000 Kubiktoiſen Mauerwerk enthielt, obgleich es durchaus

keinen gewölbten und bombenfeſten Raum, weder für die Vorräthe, noch für die Beſatzung, enthielt. Man ſ. auch Thurm und Vorwerke.

L.

Laden der Minen (charger les mines) geſchieht am gewöhnlichſten vermittelſt eines, von Dielen zuſammengeſchlagenen Kaſtens, deſſen Größe durch die berechnete Pulverladung der Minen beſtimmt wird. (S. Pulverkaſten.) Die Kammer, in welcher der Kaſten zu ſtehen kommt, liegt $\frac{1}{2}$ Fuß tiefer als der Minengang oder die Sohle des Schachtes; und wenn es irgend Zeit und Umſtände verſtatten, am Ende eines Schlages (retour) oder Kammerhalſes. Sie iſt nach der Größe des Pulverkaſtens eingerichtet, der entweder — bis auf den Deckel — mit hölzernen Nägeln zuſammengeſchlagen iſt, oder bei ſtarken Ladungen ſtückweiſe in die Kammer gebracht und daſelbſt zuſammengeſetzt wird. In einem feuchten Boden, wo die Pulverladung durch das hereindringende Waſſer bald durchnäßt ſeyn würde, muß ein Senkbrunnen in die Sohle der Kammer gegraben, und derſelbe mit loſen Steinen ausgefüllt werden, damit ſich das Waſſer in demſelben ſammeln kann, und nicht bis an den, auf den Steinen ſtehenden Pulverkaſten ſteigt. Sobald der Kaſten an ſeinem Orte iſt, wird die Leitrinne auf die Sohlſtücke der Vertrempelung befeſtigt, daß ſie bis über die Verdämmung heraus reicht, und die Zündwurſt durch die Zündröhre oder den Kaſtenzünder bis mitten in den Kaſten gezogen, und hier, vermittelſt eines hölzernen Nagels, befeſtigt. Die $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll weite Zündröhre geht bis in die Mitte des Kaſtens, und ſteht 8 Zoll aus derſelben hervor, um ſie deſto beſſer an der Leitrinne befeſtigen zu können.

Um das Pulver zu der Ladung herbei zu bringen, werden dreimal ſo viel Arbeiter angeſtellt, als die Ladung Centner Pulver enthält, weil jeder $33\frac{1}{3}$ Pfund in einem zugebundenen Sack von Leder oder dichtem Drell — der das Hindurchſtäuben des Pulvers verhindert — tragen muß. Sie bleiben unterweges 10 bis 20 Schritt hinter einander, und gehen — von einem Unteroffizier geführt — ſchnell nach dem Eingange der Gallerie, wo die einzeln vertheilten Minirer ſie ihnen abnehmen, und ſich dieſelben bis zu der Kammer zureichen. Hier werden ſie von dem dazu beſtimmten Unteroffizier übernommen, ſchnell aufgebunden und in den Kaſten ausgeſchüttet, oder bei ſehr ſtarken Ladungen auch blos in dem Kaſten dicht aufeinander gelegt, in jeden aber, zu ſchnellerer Verbreitung des Feuers, mit einem

ſcharfen Meſſer einige Queerſchnitte gemacht. Zuletzt wird der Deckel auf dem Kaſten befeſtigt, der über dem letztern befindliche Raum bisweilen mit Raſen ausgeſtopft und die Verdämmung der Mine gemacht.

Während dem Ausſchütten des Pulvers in den Kaſten muß das in einer dichten Laterne verſchloſſene Licht ſorgfältig entfernt gehalten werden, damit ſich der aufſteigende Pulverſtaub nicht entzünden kann; man darf ſich bei dem Zunageln des Kaſtens und der Leitrinne blos eines kupfernen Hammers bedienen, und muß das aus der Leitrinne hervorragende Ende der Zündwurſt mit einigen leeren Sandſäcken und ein wenig trockner Erde bedecken.

Das vorher erwähnte Ausfüttern des um den Pulverkaſten bleibenden leeren Raumes iſt jedoch keinesweges nothwendig; vielmehr hat ſchon Le Febvre angerathen: bei ſtark geladenen Minen den übrigen Theil der Kammer, rings um den Kaſten, leer zu laſſen, weil dadurch ein weit größerer Trichter hervorgebracht werde. Wirklich lehrt die tägliche Erfahrung: daß die Ladung eines Feuergewehres eine weit größere Kraft äußert und daher gewöhnlich das Rohr zerſprengt, ſobald der Pfropf und die Kugel nicht auf dem Pulver aufſitzen, ſondern ſich ein leerer Raum dazwiſchen befindet; weil nun das expanſible Pulvergas Freiheit hat, ſich völlig zu entwickeln und auf einmal gegen die, es einſchließenden Körper zu wirken. Befindet ſich im Gegentheil kein leerer Raum zwiſchen dem Pulver und dem Pfropf: geſchieht die Ausdehnung des Gaſes nur nach und nach, ſo wie die durch das Verbrennen erzeugte Wärme ſteigt. Eben ſo entzündet ſich nicht alles Pulver ſogleich, wenn es in einer Mine die Kammer völlig anfüllt, ſondern ein Theil deſſelben entwickelt ſich erſt bei dem Ausheben des Trichters. Läßt man hingegen einen leeren Raum um den Kaſten: bekommt dadurch die Ladung mehr Zeit ſich auszudehnen und nun mit voller Kraft und mit der ganzen Geſchwindigkeit des Gas gegen die Seitenwände zu drücken. Es iſt jedoch klar: daß dieſer leere Raum in der Kammer ein Maximum haben muß, wo die Gewalt der ausdehnenden Kraft wieder abnimmt. Wenn daher auch die Erſchütterung größer, oder wenigſtens dieſelbe iſt: wird doch die Erdgarbe nicht ſo hoch geworfen und der Trichter nicht bedeutend größer werden. Der General Marescot ſtellte hierüber im Jahr 1800 zu Mainz Verſuche an, wo er bei 10 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie und 100 Pfund Pulverladung den Minenkammern verſchiedene Größe gab, und nachſtehende Reſultate erhielt.

Nummer des Verſuches.	Größe der Seiten der Kammer.	Inhalt der Kammer. Würfelfuß	Durchmeſſer des Trichters.	Bemerkungen.
1	1¼ Fuß.	1,989	23′ 6″	Die Erde ward 30′ hoch geworfen, und der Trichter war 4 Fuß tief.
2	2 —	8	22 6	Die Erde ward höher geworfen. Die Erſchütterung war ſtärker.
3	2½ —	15,625	25 6	
4	3 —	27	26 6	
5	6 —	216	26 --	Der Pulverkaſten befand ſich an der Decke der Kammer.
6	6 —	216	27 9	Der Pulverkaſten ſtand auf der Sohle der Kammer; hatte daher 15′ K. W. Linie.
7	4 —	64	29 1	Die Erde ward mit einer ſchwachen Erſchütterung nur 8′ hoch geworfen.
8	4 —	64	20 --	

Da die Mine Nr. 8. in einem feſten Kiesboden lag, war ihre Wirkung nur geringe und konnte nicht als Beweis gelten. Die Verſuche wurden ſpäterhin zu Metz von dem nämlichen Miniroffizier mit der größten Sorgfalt wiederholt; jedoch entſprach hier der Erfolg keinesweges den Erwartungen, weil eine Vergrößerung des Trichters von etwa 2 Fuß in keinen Betracht kommt. Dem ohngeachtet kann man als ausgemacht anſehen: daß es gleichgültig iſt: ob man die Kammer über dem Pulverkaſten völlig mit Erde ausfüttert, oder nicht; und daß man daher dieſes Ausfüttern des leeren Raumes ohne allen zu beſorgenden Nachtheil unterlaſſen kann. Das Laden der Fladder- und der Schachtminen iſt an einem andern Orte gelehrt worden. S. Couronnement, Sprengkaſten, Schachtminen und Dampfminen.

Laden vor den Schießſcharten (portières) ſ. Schußladen.

Ladungen der Minen (les charges des fourneaux) werden durch die Größe der Trichter, welche man herauswerfen will, und durch die Schwere und den Zuſammenhang des Erdbodens beſtimmt. Einige haben auch das Gewicht der auf dem Trichter ruhenden Luftſäule (= einer 32 Pariſ. Fuß hohen Waſſerſäule) mit in Anſchlag bringen wollen; allein, ehe noch die Erdgarbe gehoben wird, entweicht ſchon ein Theil der elaſtiſchen Flüſſigkeit durch die in der Oberfläche der Erde entſtandenen Riſſe, und treibt die in ſenkrechter Richtung drückende Luftſäule

nach allen Richtungen auseinander. Hieraus entſteht eine Art Gleichgewicht zwiſchen dieſem gegenſeitigen Druck, wodurch der Widerſtand der vorerwähnten Luftſäule aufgehoben wird, und nur der Widerſtand gegen die einzeln herausgeworfenen Erdtheilchen übrig bleibt, den man füglich ganz aus der Acht laſſen kann. Es bleibt demnach blos das Gewicht und der Zuſammenhang der Erde der Trichter zu überwinden, welche nothwendig im Verhältniß ihrer Größe, oder der Würfel ihrer gleichnamigen Seiten ſtehen. Obgleich nun es hiernach ſcheint: daß die genaue Beſtimmung der Form des Minen-Trichters weſentlichen Einfluß auf die Stärke der Ladungen haben muß; obgleich eben dieſe Form des Trichters zu mancherlei Discuſſionen Gelegenheit gegeben hat: wird man doch immer beinahe daſſelbe Reſultat erhalten, ſobald man bei Berechnung der Ladungen die nämlichen Probeminen zum Grunde legt. Setzt man für die Ladungen zweier Minen, P und p: werden die Trichter, beide auch durch die Grundflächen multiplizirt, mit einem Theile der kürzeſten Widerſtandslinie H und h ausgedrückt,

$$P : p = \frac{\pi}{2} R^2 \frac{H}{n} : \frac{\pi}{2} r^2 \frac{h}{n} = R^2 H : r^2 h \text{ ------}$$

und die Ladungen verhalten ſich unter allen Umſtänden wie die Quadrate der Halbmeſſer der Trichter, multiplicirt mit der kürzeſten Widerſtandslinie. Setzt man nun die Trichter gleich: wird $\frac{R^2}{r^2} = \frac{H^2}{h^2}$, und man bekommt für obige Gleichung: $P : p = H^3 : h^3$, wonach gewöhnlich die Tafeln der Minenladungen berechnet worden ſind, unter der Vorausſetzung: daß der Durchmeſſer des Trichters doppelt ſo groß werde, als die kürzeſte Widerſtandslinie.

Nimmt man aber p = 100 Pfund und h = 10 Fuß, ſo wird $P : 100 = H^3 : 1000$, und folglich $P = \frac{H^3}{10}$.

Da ferner in gewöhnlicher, mit Sand vermiſchter Erde, von der ein Würfelfuß 150 Pfund wiegt, $101\frac{13}{16}$ Pfund Pulver bei 10 Fuß k. W. L. einen Trichter auswerfen, deſſen äußerer Durchmeſſer dem doppelten jener Linie gleich iſt: giebt die vorher angeführte Formel die Ladungen für den Gebrauch genau genug, bei allen ähnlichen Erdarten, die eine gleich große Menge Pulver auf die Kubik-Klafter erfordern. Wollte man aber die Ladung für eine Mine in einer andern Erdart beſtimmen, wo 15 oder 18 Pfund auf jede Kubik-Klafter nöthig ſind: darf man nur den Werth von F, ein Halb, oder ein Viertheil zuſetzen.

Dieſe Formel iſt nichts andres, als die alte Regel der Minirer, die Minenladungen zu finden: Man multiplizirt die

k. W. L., im Fußmaaß ausgedrückt, mit ſich ſelbſt, ſtreicht im Produkte die letzte Ziffer zur Rechten aus, und multiplizirt das übrig bleibende nochmals mit der kürzeſten Widerſtandslinie.

So wie $\frac{R^2}{r^2} = \frac{H^2}{h^2}$; iſt auch $\frac{H^3}{h^3} = \frac{S^3}{s^3}$, wenn man die Exploſions-Radien AF, BF und af, bf mit S und s benennt. Fig. 167. Tab XIV. Setzt man dieſe Größe in die vorhergehende Gleichung: ſo wird ſie $P : p = S^3 : s^3$, oder Belidors Formel. Geht man weiter, ſo iſt — immer unter der Vorausſetzung gleichförmiger Erdmaſſen: $\frac{H}{h} = \frac{S}{s}$ und daher

$$P : p = R^2 S : r^2 s;$$

die Formel des Generals Marescot (Journ. polytechnique, Cah. 4.)

Sobald die Ladungen ſtärker werden, als dieſes Verhältniß beſtimmt, iſt auch R nicht $= h$; ſondern es wird $= nh$, oder wenn man $n = 1$ ſetzt und durch eine Function von n multiplizirt $F(n)\, h$. Dieſe Function aber iſt nach Belidor und Bousmard $F(n) = \frac{(n^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{2}}$; daher iſt p $= gh^3 \frac{(n^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{2\sqrt{2}}$; denn $\frac{P}{H^3} = \frac{1}{10} = g$.

Nach Mouzé iſt $F(n) = n^2$; folglich $p = h^3 . n^2$.

Nach Marescot iſt $F(n = \frac{n^2 \sqrt{n^2 + 1}}{\sqrt{2}}$; daher wird $p = gh^3 \frac{n^2 \sqrt{n^2 + 1}}{\sqrt{2}}$.

Wenn nach Gumbertz und Le Brun in einem gewiſſen Erdboden die Ladung P nöthig iſt, damit $n = 3$ wird; und wenn man $\frac{\sqrt[3]{P}}{\frac{1}{10} h^3} = 1$ ſetzt; wird $F(n) = \left(\frac{l - 1}{2}(n - 1) + 1\right)^3$; daher $p = h^3 \left(\frac{l - 1}{2}(n - 1) + 1\right)^3$.

Der Prof. Dobenheim ſetzt $F(n) = \left[\frac{n^2 + 1}{4}\right]^2$; daher $p = gh^3 \frac{(n^2 + 1)^2}{4}$. Hier iſt $F(n) = 1$, ſobald $n = 1$; wenn aber $n = 0$, muß p einen poſitiven Werth haben, der kleiner iſt, als die gewöhnliche Minenladung. Dieſer Werth iſt dann das Maximum der Ladung für einen Quetſcher, der h zur kürzeſten Widerſtandslinie hat. Wenn aber p poſitiv iſt, müſſen auch alle wirkliche Werthe von n gleich, und eben ſo viel poſitive als negative ſeyn. Da jedoch nicht zugleich ein wirk-

licher und ein negativer Werth ſtatt finden kann, muß man der Function von n dieſe Form geben;

$$a\,(b + cn^2 + dn^4 + en^6 + fn^8 - - -)$$

Sobald H einen wahren Werth hat, aber $p = 0$ iſt: muß n blos eingebildet ſeyn. Die Größe b muß demnach in obigem Ausdruck jederzeit mit + ſtehen, weil $0 = gn + F(n)$. Die Ladung des ſtärkſten Quetſchers, wo $n = 0$, ſteht in einem ſtetigem Verhältniß zu der gewöhnlichen Mine, und kann durch $\frac{gh^3}{m}$ ausgedrückt werden, das, mit obiger Function verglichen, $ab = \frac{1}{m}$ giebt. Iſt endlich $n = 1$, wird auch $a = \frac{1}{b + c + d + e + f - - - -}$.

Schon ſeit Vaubans Zeiten hat man durch viele Verſuche die in jeder Gattung Erdboden zu Bildung des einfachen Trichters (ſ. letzteres Wort) nöthige Pulverladung zu beſtimmen geſucht; denn es iſt klar: daß mit der Schwere und mit dem Zuſammenhange der Erde auch die Ladungen zunehmen müſſen. Folgende Tafel der franzöſiſchen Minirer iſt in dieſer Rückſicht allgemein angenommen. (Man ſehe auch Schwere.)

Erdarten.	Gewicht von 1 Würfelfuß	Ladungen auf 1 Würfel-Fuß	Ladungen auf 1 Kubik-Toiſe
1. Gemeine Erde.	95 ℔	1 Unze.	$13\frac{1}{2}$ ℔
2. Grober Sand.	124 —	$1\frac{1}{9}$ —	15 —
3. Gartenerde, mit Sand und Kies vermiſcht.	130 —	$\frac{8}{9}$ —	12 —
4. Naſſer Sand.	132 —	$1\frac{1}{6}$ —	$15\frac{3}{4}$ —
5. Erde mit Steinen vermiſcht.	133 —	$1\frac{1}{4}$ —	$16\frac{7}{8}$ —
6. Thon.	139 —	$1\frac{3}{8}$ —	$18\frac{9}{16}$ —
7. Lehm mit untermiſchtem Kieſel.	160 —	$1\frac{1}{2}$ —	$20\frac{1}{4}$ —
8. Felſen.	160 —	2 —	27 —
9. Neues Mauerwerk.	— —	$2\frac{1}{6}$ —	$29\frac{1}{4}$ —
10. Alte, ſehr feſte Mauern.	— —	$2\frac{5}{8}$ —	$37\frac{7}{16}$ —

Die Schriftſteller über den Minenbau haben ſich mit dieſen Erfahrungen nicht begnügt, ſondern ſetzten

$$p = KM$$

wo K die auf jede Kubiktoiſe erforderliche Pulverladung, M aber die Erdmaſſe des Trichters ausdrückt. Indem ſie nun hieraus $K = \frac{p}{m}$ folgerten, machten die älteren die Ladung ganz von der Form des Trichters abhängig, und weil ſie

m zu klein annahmen, bekamen ſie K zu groß. Die neueren erkannten die Nothwendigkeit: m zu vergrößern, behielten aber K unverändert bei und vergrößerten p, ohngeachtet es durch die Erfahrung beſtimmt war, und man K hätte verkleinern ſollen. Daher bekam man 102 Pfund Ladung auf 10 Fuß k. W. Linie für gemeine, mit Kies vermiſchte Erde; wo doch Balliere nur 93 Pfund vorſchreibt. Dies kommt bei gewöhnlichen Minen in keinem Betracht, wird aber bei überladenen wichtig. Die zu erſteren bei den franzöſiſchen Minirern eingeführten Ladungstafeln enthalten nachſtehende Tafel, auf die 3te Erdart berechnet.

Kürzeſte Widerſtandsl.	Ladung in Pfunden.	Kürzeſte Widerſtandsl.	Ladung in Pfunden
Fuß.		Fuß	
6	22	21	943
7	35	22	1084
8	52	23	1238
9	74	24	1408
10	102	25	1591
11	135	26	1790
12	176	27	2005
13	224	28	2235
14	279	29	2482
15	344	30	2750
16	417	31	3033
17	500	32	3337
18	594	33	3660
19	698	34	4002
20	515	35	4364

Für die überladenen Minen, unter dem Namen der Globes de compression (w. n. i) beſtimmt Belidor die Ladung durch den Würfel des Exploſions-Radius AF. Fig. 167. Tab. XIV. Da letzterer (der Halbmeſſer der Wirkungsſphäre) die Hypothenuſe des rechtwinklichen Dreieckes mit der k. W. Linie FD und dem Halbmeſſer des Trichters BD = AD iſt, läßt er ſich auch leicht finden. Wäre z. B. bei der, 10 Fuß tief liegenden Probemine abf die Ladung 100 Pfund geweſen, und wollte man eine Druckmine 20 Fuß tief ſprengen, deren Trichter das Vierfache der k. W. L. zum Durchmeſſer hätte: würde der Exploſions-Radius, oder die geſuchte Hypothenuſe für die überladene Mine 44,721 Fuß, folglich der Würfel derſelben 89442,9 Fuß ſeyn; da der Exploſions-Radius der Probemine af 14,142 Fuß, und daher ſein Würfel = 2828 Fuß iſt. Man bekommt demnach

Log. 89442. = 4. 9515450
Log. 100. = 2. 0000000
Log. 2828,4. = 3. 4515450

3. 5000000 oder

3162 Pfund für die verlangte Ladung des Globe de Compreſſion, (man ſehe unten die Tafeln der Ladungen) bei welcher man auf eine horizontale Wirkung von ohngefähr 45 Fuß gegen die, um die Minenkammer herum liegenden, feindlichen Minengänge rechnen darf.

Belidor geht mit Berechnung der Minenladungen nur bis zu einem ſolchen Trichter, deſſen Durchmeſſer die k. W. L. fünf mal enthält. Für eine Wirkungsſphäre, deren Trichter ſechsmal ſo groß, als die k. W. Linie, giebt er die ſchon vorher (Artik. Globe de Compreſſion angeführte Regel: „die k. W. L. im „Fußmaaß ausgedrückt, durch 300 zu vermehren, um die Ladung in Pfunden zu bekommen." Dies macht bei 10 Fuß k. W. L. 3000 Pfund, und bei 15 Fuß 4500 Pfund. Eine in Vergleichung der, nach der vorhergehenden Formel gefundenen Ladung ungeheuere Menge! auf die Belidor dadurch geleitet ward, weil bei ſeinen Minerverſuchen die mit 3600 Pfund geladenen Kammern von 12 Fuß k. W. L. ohngefähr 72 Fuß weite Trichter herauswarfen. Legt man nun dieſe Erfahrungen zum Grunde, und nimmt man dabei an: daß die Minen in einer Erdart ſpielten, welche 12 Pfund auf jede Kubiktoiſe erfordert: läßt ſich nach Gumpertz und Le Brun daraus beſtimmen, welches die kürzeſte Widerſtandslinie einer, mit 3660 Pfd. Pulver geladenen Mine ſeyn müßte, wenn ſie einen gewöhnlichen Trichter bilden ſoll. Es verhalten ſich nämlich die Ladungen einfacher Minen wie die Würfel ihrer k. W. L., und daher, wenn 12 Fuß 176 Pfund Pulver erfordern

Log. 1728 = 3. 2375437.
Log. 3660 = 3. 5634811
Log. 176 = 2. 2455127.

4. 5555121. wovon die Zahl

35935, der Würfel der k. W. Linie, für die letztere 32,999 oder 33 Fuß giebt. Wenn demnach eine überladene Mine von 12 Fuß k. W. L, die einen 72 Fuß großen Trichter herauswirft, mit einer einfachen Mine von 33 Fuß k. W. L. in Hinſicht der Ladung übereinſtimmt: werden auch andere mehr oder weniger überladene Minen mit den korreſpondirenden einfachen Minen ebenfalls dieſelben Ladungen erheiſchen, und man wird die vorher gegebenen Ladungstafeln der franzöſiſchen Minirer dazu anwenden können. Wollte man z. B. die Ladung bei 20 k. W. L. für eine Mine finden, deren Trichter ſechsmal ſo groß als jener iſt: ſieht man gleich, daß dieſe Mine in ihrer

Wirkung mit der 12 Fuß tief liegenden übereinſtimmt, die auf 33 Fuß k. W. L. geladen war. Man kann demnach ſchließen: „Die kürzeſte Widerſtandslinie der Mine, welche mit der La„dung einer 33 Fuß tief liegenden Mine einen 72 Fuß wei„ten Trichter hervorgebracht hat, verhält ſich zu der kürzeſten „Widerſtandslinie der neuen Mine, die einen 120 weiten „Trichter auswerfen ſoll, wie 33 Fuß zu der, zu findenden „kürzeſten Widerſtandslinie, welche der Ladung für einen „ſechsfachen Trichter von 20 Fuß entſpricht."

Die geſuchte vierte Zahl iſt hier 55, und zeigt an: daß die Ladung einer einfachen Mine von 55 Fuß k. W. L. den verlangten Trichter von 60 Fuß Halbmeſſer herauswerfen wird. Dieſe Ladung aber iſt 16945 Pfd.

Mit dieſer Methode ſtimmt die des Generals Marescot am beſten überein, der die ſtarken Ladungen durch das Verhältniß der Produkte aus den Quadraten der Trichter-Halbmeſſer mit den Explosionsradien beſtimmt. Der Major Mouzé hingegen bedient ſich der Quadrate der Trichter-Halbmeſſer allein, und bekommt dadurch — ſo wie Belidor — weniger, wie folgende Vergleichstafel zeigt.

Radien der Trichter.	Pulverladungen einer Mine von 12 Fuß k. W. L., in einem Boden, der 12 Pfd Pulver auf jede Kubiktoiſe erfordert, um die beiſtehenden Trichter auszuwerfen.			
	nach Belidor	nach Mouzé.	n. Marescot.	n. Gumperts.
18 Fuß.	365 ℔	39[illegible] ℔	504 ℔	522 ℔
24	696	704	1114	1160
30	1214	1100	2094	2176
36	1968	1584	3545	3[illegible]60$\frac{1}{4}$

Mit Belidors Angaben ſtimmen des Major d'Arletan (m. ſ. die Tafel Artik. Globe de Compreſſion) auf ſehr lockere Erde eingerichtete, am meiſten überein. Es ſcheint überhaupt überflüſſig zu ſeyn, ſich ſo ungeheurer Ladungen zu bedienen, wenn man nicht darauf rechnen müßte: oft ſchlechtes und halb verdorbenes Pulver zu bekommen, und deshalb bei dem Gebrauch nicht die erwartete Wirkung hervorzubringen.

Um die Ueberladungen zu finden, nimmt Prof. Dobenheim die Wirkungsſphäre als eine Ellipſe an, weil ſie ſich in horizontaler Richtung mehr ausbreiten muß, wo der Widerſtand zu beiden Seiten gleich iſt, als in ſenkrechter wo die obere Erddecke herausgeworfen wird. Nimmt man an: daß der Mittelpunkt dieſer elliptiſchen Linie die Pulverkammer iſt; daß ſie durch die Enden des Halbmeſſers der Trichter geht, und daß ihre beiden Axen ſich wie S zu h verhalten. Zählt man die x vom

Mittelpunkte an, wird die Gleichung der Ellipſe:
$y = \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - x^2)}$. Hier ſind a und b ſtetige Größen, deren erſte die halbe große Axe, und die zweite die halbe kleine Axe iſt. Soll demnach die Ellipſe durch den Mittelpunkt gehen, muß $y = r$ werden, wenn $x = h$; daher $r = \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - h^2)}$; und deshalb auch $b^2 = \frac{a^2 h^2}{a^2 - r^2}$.

Aus der zweiten Bedingung folgt $a : b = s : h$; demnach $b^2 = \frac{a^2 h^2}{s^2}$, und wenn man beide Werthe von b^2 vergleicht, wird $s^2 = a^2 - r^2 = h^2 + r^2$. Dieſe letztere Gleichung giebt $a = \sqrt{h^2 + 2r^2)}$, oder $a = h \sqrt{1 + 2n)}$, weil $r = n h$. Setzt man jenen Werth in die Gleichung $b = \frac{ah}{s}$, ſo wird ſie $b = h \sqrt{\left[\frac{1 + 2n^2}{1 + 2n^2}\right]}$ und die Gleichung der Ellipſe iſt $y = \sqrt{1 + n^2)} . \sqrt{\left[\frac{1+2n^2}{1+2n^2}\right] h^2 - x^2}$

Iſt h, x und y gegeben, kann man leicht den Halbmeſſer n des Trichters finden, woraus die zugehörende Ladung folgt. Man kann $x = qh$ und $y = kh$ ſetzen; da nun aus der vorhergehenden Gleichung $y^2 (1 + n^2) h^2 - (1 + n^2) x^2$ iſt, wird der Werth von x dafür geſetzt:

$y^2 = h^2 (1 + 2n^2 - (1 + n^2) q^2) = (1 - q^2 + (2 - q^2) n^2) h^2$; und daher $\frac{y^2}{h^2} = 1 - q^2 + (2 - q^2) n^2$; daher wird $n = \frac{\frac{y^2}{h^2} + q^2 - 1}{2 - q^2} = \frac{K^2 + q^2 - 1}{2 - q^2}$; und daher im Verhältniß:

$\sqrt{2 - q^2} : \sqrt{K^2 + q^2 - 1)} = 1 : n$, aus welchem man n leicht finden kann.

Die halbe große Axe der Ellipſe $a = h \sqrt{1 + 2n^2)}$; ſetzt man demnach $n = 1$, bekommt man $a = h. 1,732$; ſetzt man aber $n = 3$, wird $a = h. 4, 358$.

Alle dieſe Theorien gründen ſich auf die wenigen Verſuche Belidors, und es läßt ſich durchaus Nichts allgemein beſtimmen, ſo lange ſich noch ſolche Anomalien zeigen, wie bei den in der vorhergehenden Tafel berechneten Ladungen für Minen, deren Halbmeſſer der Trichter $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, und 3 mal der k. W. L. gleich ſind. Hat man gutes und ſtarkes Pulver, wird man ſich ohne Bedenken auch für überladen Minen der Belidorſchen Theorie bedienen und die Ladungen nach den Halbmeſſern der Wirkungsſphären berechnen können; bei ſchlechtem und verdorbenem Pulver hingegen würde man die von Marescot,

Gumpertz oder Dobenheim gegebenen Formeln anwenden müſſen, durch die man faſt noch einmal ſo ſtarke Ladung bekommt. Zur Bequemlichkeit und als Beiſpiel dienen folgende von Le Febvre berechnete Tafeln der Minenladungen von 10 bis 20 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Bei 10 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphäre.	Pulverladungen in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde.
20 Fuß.	14,1 Fuß.	100 Pfd.	170 Pfd.	200 Pfd.
22	14,8	116	197	232
24	15,6	134	229	269
26	16,4	155	265	312
28	17,2	180	306	360
30	17,8	207	352	414
32	18,8	237	403	474
34	19,7	271	461	542
36	20,5	308	524	617
38	21,5	349	594	699
40	22,4	395	671	790
42	23,3	444	756	889
44	24,2	498	848	975
46	25	557	947	1115
48	26	621	1056	1242
50	26,9	690	1200	1380
52	27,9	764	1299	1528
54	28,8	843	1434	1686
56	29,7	929	1543	1859
58	30,7	1020	1735	2040
60	31,6	1117	1900	2234

Bei 12 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in fetter Thonerde.
24 Fuß.	16,9 Fuß.	172 Pfd.	294 Pfd.	345 Pfd.
26	17,7	196	333	392
28	18,5	223	380	447
30	19,2	250	425	500
32	20	282	480	565
34	20,8	318	540	636
36	21,7	361	614	722
38	22,5	402	684	805
40	23,3	447	760	894
42	24,2	501	851	1002
44	25,1	559	950	1118
46	26	621	1056	1242
48	27	696	1183	1392
50	27,7	751	1277	1503
52	28,6	827	1406	1654
54	29,5	907	1543	1815
56	30,4	993	1688	1986
58	31,4	1094	1861	2189
60	32,3	1191	2025	2383
62	33,2	1294	2199	2588
64	34,2	1414	2404	2828
66	35,1	1529	2599	3058
68	36	1649	2804	3299
70	37	1791	3044	3582
72	38	1940	3298	3880

Bei 14 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde.
28 Fuß.	19,8 Fuß.	274 Pfd.	466 Pfd.	548 Pfd.
30	20,5	304	517	609
32	21,3	341	580	683
34	22	376	640	753
36	22,8	419	712	838
38	23,6	464	790	929
40	24,4	513	873	1027
42	25,2	565	961	1131
44	26,1	628	1068	1257
46	26,9	688	1170	1376
48	27,8	759	1291	1519
50	28,7	835	1421	1671
52	29,5	907	1543	1815
54	30,4	993	1688	1986
56	31,3	1084	1843	2168
58	32,2	1180	2006	2361
60	33,1	1282	2179	2564
62	34	1389	2362	2779
64	34,9	1503	2555	3006
66	35,8	1622	2758	3244
68	36,8	1762	2995	3524
70	37,7	1894	3221	3789
72	38,6	2033	3457	4067
74	39,5	2179	3704	4358
76	40,5	2348	3993	4698
78	41,4	2509	4265	5018
80	42,4	2695	4582	5390
82	43,3	2870	4880	5741
84	44,2	3053	5190	6106

Bei 15 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde.
30 Fuß.	21,2 Fuß.	337 Pfd.	573 Pfd.	674 Pfd.
32	21,9	372	633	744
34	22,7	411	700	822
36	23,4	454	772	908
38	24,2	501	852	1002
40	25	558	949	1116
42	25,8	607	1032	1214
44	26,6	667	1134	1334
46	27,5	731	1243	1462
48	28,3	801	1359	1602
50	29,2	873	1485	1746
52	30	955	1618	1910
54	30,9	1039	1770	2078
56	31,8	1132	1926	2264
58	32,7	1285	2091	2570
60	33,5	1333	2267	2666
62	34,4	1443	2454	2886
64	35,3	1560	2652	3120
66	36,3	1683	2855	3366
68	37,2	1856	3089	3712
70	38,1	1951	3318	3902
72	39	2101	3564	4202
74	39,9	2249	3873	4498
76	40,9	2410	4097	4820
78	41,8	2645	4497	5290
80	42,7	2755	4685	5510
82	43,7	2941	4954	5982
84	44,6	3135	5330	6270
86	45,5	3338	5675	6676
88	46,5	3550	6035	7100
90	47,4	3772	6413	7544

Bei 16 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde.
32 Fuß.	22,6 Fuß.	409 Pfd.	696 Pfd.	819 Pfd.
34	23,3	447	760	894
36	24,1	494	841	989
38	24,8	539	916	1078
40	25,6	593	1008	1186
42	26,4	650	1106	1301
44	27,2	711	1209	1423
46	28	776	1319	1552
48	28,9	853	1450	1707
50	29,7	926	1574	1852
52	30,5	1003	1705	2006
54	31,4	1094	1861	2189
56	32,3	1191	2025	2383
58	33,1	1282	2119	2564
60	34	1389	2362	2779
62	34,9	1503	2555	3006
64	35,8	1622	2758	3244
66	36,7	1747	2971	3495
68	37,6	1879	3195	3659
70	38,5	2017	3430	4035
72	39,4	2162	3676	4325
74	40,3	2314	3934	4628
76	41,2	2472	4203	4945
78	42,1	2638	4485	5277
80	43,1	2831	4812	5662
82	44	3012	5120	6024
84	44,9	3200	5441	6401
86	45,9	3419	5813	6838
88	46,8	3624	6161	7249
90	47,8	3861	6565	7723
92	48,7	4084	6943	8168
94	49,6	4314	7335	8629
96	50,6	4581	7787	9162

Bei 18 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde
36 Fuß.	25,4 Fuß.	583 Pfd.	991 Pfd.	1166 Pfd.
38	26,2	635	1081	1271
40	26,9	688	1179	1376
42	27,7	751	1277	1503
44	28,4	809	1376	1619
46	29,2	880	1496	1760
48	30	954	1623	1909
50	30,8	1033	1756	2066
52	31,6	1115	1896	2231
54	32,4	1202	2044	2405
56	33,3	1305	2219	2611
58	34,1	1402	2383	2804
60	35	1516	2577	3032
62	35,9	1636	2781	3272
64	36,7	1747	2971	3495
66	37,6	1879	3195	3759
68	38,5	2017	3430	4035
70	39,3	2146	3648	4292
72	40,2	2297	3905	4594
74	41,1	2454	4173	4909
76	42	2619	4453	5239
78	42,9	2791	4746	5583
80	43,8	2971	5051	5942
82	44,7	3158	5368	6316
84	45,7	3374	5737	6749
86	46,6	3578	6083	7156
88	47,5	3789	6442	7579
90	48,4	4009	6815	8018
92	49,4	4262	7246	8525
94	50,3	4500	7650	9000
96	51,2	4746	8068	9492
98	52,2	5029	8550	10059
100	53,1	5294	9000	10588
102	54,1	5599	9518	11198
104	55	5883	10001	11766
106	56	6209	10556	12419
108	56,9	6514	11074	13028

Bei 20 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie.

Durchmeſſer des Trichters.	Radien der Wirkungsſphären.	Pulverladungen		
		in gelbem Sande.	in Sand mit Kies vermiſcht.	in feſter Thonerde.
40 Fuß.	28,3 Fuß.	810 Pfd.	1357 Pfd.	1620 Pfd.
42	29	862	1465	1724
44	29,7	929	1579	1858
46	30,5	1000	1701	2000
48	31,3	1078	1832	2156
50	32	1160	1972	2320
52	32,8	1247	2121	2494
54	33,6	1338	2229	2676
56	34,4	1440	2448	2880
58	35,2	1544	2671	3088
60	36	1656	2817	3312
62	36,9	1774	3017	3548
64	37,7	1899	3229	3798
66	38,6	2031	3453	4062
68	39,5	2169	3688	4338
70	40,3	2314	3936	4628
72	41,2	2465	4197	4930
74	42	2630	4471	5260
76	42,9	2799	4758	5598
78	43,8	2976	5059	5952
80	44,7	3161	5376	6322
82	45,6	3365	5704	6720
84	46,5	3558	6049	7116
86	47,4	3770	6409	7540
88	48,3	3990	6784	7980
90	49,2	4221	7171	8442
92	50,2	4461	7583	8922
94	51	4710	8012	9420
96	51,9	4970	8449	9940
98	52,9	5240	8908	10480
100	53,8	5520	9384	11040
102	54,7	5814	9879	11622
104	55,6	6113	10390	12226
106	56,5	6425	10920	12850
108	57,2	6749	11470	13498
110	58,5	7085	12040	14170
112	59,5	7432	12630	14864
114	60,4	7791	13220	15582
116	61,4	8162	13870	16324
118	62,3	8549	14530	17092
120	63,2	8942	15200	17884

Zu den überladenen Minen gehören auch die, bei denen man, um Zeit und Arbeit zu ſparen, das Verſetzen oder Verdämmen der Minenkammer unterläßt, das dadurch verloren gehende expanſible Gas aber durch Verſtärkung der Ladung zu erſetzen ſucht. Die Bemerkung: daß der Widerſtand der freien Luft mit der Geſchwindigkeit und Menge einer andern, gegen ſie ſtoßenden, elaſtiſchen Flüſſigkeit wächſt; und daß die letztere aus dem entzündeten Schießpulver erzeugt, eine faſt unendliche Geſchwindigkeit hat, gab zuerſt die Veranlaſſung zu jener Idee, die auch durch die fürchterlichen Exploſionen des, ſo gut als im Freien entzündeten Pulvers beſtätiget wird. Siebenzehn mit Pulver beladene Wagen entzündeten ſich im Jahr 1727, als ſie eben durch das Thor la Canette fahren wollten, weil das auf dem Pflaſter verſtreuete Pulver durch die Funken aus den Hufeiſen der Pferde Feuer bekam. Die Wirkung war ſo groß: daß der Wall des Ravelins, mit der daran liegenden Contregarde gänzlich vernichtet und der Graben völlig ausgeſchüttet ward. Vier Pulverwagen, die ſich neuerlich in Eiſenach auf der Straße entzündeten, zerſtörten durch ihre Exploſion nicht nur alle Gebäude auf beiden Seiten der Straße, ſondern drückten auch die Wände der, jenſeits zweier paralielen Straßen ſtehenden Häuſer ein. Belidor, dem jene Bemerkung nicht entgangen war, ließ deshalb 1759 in gelber Lehmerde eine Minenkammer, zu der man durch einen Gang mit 4 kurzen Schlägen (oder Wendungen) gelangte, bei 8 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie mit 268 Pfund Pulver laden, und bekam einen 9 Fuß tiefen, 30 Fuß weiten Trichter. Aehnliche Verſuche, im Jahre 1801 von dem Major Mouzé zu Metz angeſtellt, gaben gleiche Reſultate (ſ. Schachtminen), wie aus umſtehender Tafel hervorgeht, wo die zu zerſtörenden Schächte 10 Fuß von den geladenen Minen entfernt waren.

Weite des Schachtes.	Pulverkaſten.		Tiefe des Schachtes	Ladung in Pfunden	Verhältniß der Ladung zur Verdämmung.	Wirkung der Minen.
	Grundfläche.	Höhe.				
□ Fuß.			Fuß.			
$4\frac{2}{3}$	120″	17″	14	76	1 : 1	Der Verſatz ward mit Gewalt aus dem Schacht bis auf 50 Fuß hoch geſchleudert, und der 10 Fuß davon entfernte Schacht auch 10′ hoch, von unten an, eingedrückt.
$4\frac{2}{3}$	120″□	$21\frac{5}{12}$″	14	95	$1\frac{1}{4} : \frac{2}{3}$	Die Wirkung war weit heftiger; es ward ein 6 Fuß tiefer Trichter ausgehoben.
$4\frac{2}{3}$	120″□	$25\frac{1}{3}$″	14	114	$1\frac{1}{2} : \frac{1}{3}$	Eben ſo.
9	256″□	16″	14	152	2 : 0	Anſtatt allen Verſatzes war eine Kammer neben der Sohle des Schachtes angebracht, die mit einer Thüre von eichenen Dielen verſchloſſen und abgeſteift war. Die Wände des großen Schachtes waren eingedrückt, wie bei dem erſtern Verſuch; die Wirkung aber war etwas geringer, als bei dem zweiten und dritten.
$4\frac{2}{3}$	Die Ladung in 10 Säcken.		14	230	3 : 6	Die Wirkung war vollkommen; es entſtand ein ovaler Trichter.
$4\frac{2}{3}$	Eben ſo.		14	176	$2\frac{1}{3} : 0$	Dieſelbe Wirkung.

Hieraus erhellet: daß man mit den hier aufgeführten doppelten Ladungen unter allen Umſtänden die neben liegenden feindlichen Gallerien eindrücken kann.

Nicht immer iſt es jedoch vortheilhaft: durch übermäßig verſtärkte Ladungen auch ungeheure Reſultate zu erzwingen. Wenn dem Belagerer daran liegt: durch ſeine Druckkugeln die Gänge der Contreminen einzuſtürzen, muß der ganze Zweck des Belagerten ſeyn: blos die Angriffsarbeiten des Feindes auf dem Glaçis zu zerſtören, ohne doch durch weite Trichter jenem fertige Logementer zu bereiten.

Die Ladungen der Vertheidigungsminen müſſen deshalb ſchwächer angeordnet werden, wie aus folgender, nach Belidor berechneten Tafel erhellet.

Ladungen.	Radius der Wirkungsſphäre.		
	In gelber Sanderde.	In Sand mit Kies vermiſcht.	In feſtem Thon.
50 ℔	11,2 Fuß.	9,4 Fuß.	8,9 Fuß.
70	12,5	10,5	9,9
100	14,1	11,8	11,2
120	15	12,5	11,9
150	16,2	13,5	12,8
170	16,8	14,1	13,4
200	17,8	14,9	14,1
220	18,3	15,4	14,6
250	19,1	16	15,2
270	19,3	16,5	15,6
300	20,7	17	16,1
350	21,4	17,9	17
400	22,3	18,8	17,8
450	23,3	19,5	18,5
500	24,1	20,2	19 1
600	25,2	21,5	20,3
700	27	22,6	21,4
800	28,2	23,6	22,3

Finden die Minen ein ſchon durch vorher geſprengte Kammern zerriſſenes Terrain, oder liegen ſie unter alten Trichtern, wie bei Etagenminen immer der Fall iſt: muß dies ebenfalls bei Beſtimmung der kürzeſten Widerſtandslinie berückſichtiget und die Ladung verringert werden, um nicht mehr Pulver zu verbrauchen, als nur eben zu der verlangten Wirkung nöthig iſt. Die Kammern des obern Stockwerkes E bekommen hier die volle einfache Ladung, die ihrer k. W. L. entſpricht; ja, ſie können noch um 4 bis 8 Pfund überladen werden, um ihre Wirkung zu verſtärken, die größtentheils gegen d. Fig. 170. Tab. XIV. geben wird, wo ſich der ſchon vorher ausgeſprengte und wieder zugefüllte Trichter befindet. Die Kammern des zweiten, oder untern Stockwerkes aber, G. Fig. 169. werden, nach Mouzé, ihren Zweck hinreichend erfüllen, wenn man die, ihrer k. W. L. (20 Fuß) entſprechende Ladung auf 0,66 verringert, weil ſie auf einen ſchon zum Theil zerriſſenen und lockern Boden wirken ſollen. Man könnte ſie bis auf die Hälfte herabſetzen, wenn ſie nicht zugleich mit den Erdkegel DEF des wieder zugefüllten vordern Trichters FC heraus werfen ſollten. Dieſer

Erdkegel erfordert die Hälfte der, der Mine E zugehörenden Ladung; da ſich dieſe nun zu der Ladung von G verhält, wie 1 zu 8, wird man zu G noch 0,06 dieſer Ladung hinzufügen müſſen, und daher für die ganze Ladung 0,5 + 0,06 bekommen, wo man zu mehrerer Sicherheit 0,66 annehmen kann.

Die Grundſätze, welche bei Beſtimmung der Ladungen für die Defenſionsminen leiten müſſen, ſind demnach: 1) daß ſie keine größere Trichter auswerfen, als deren Durchmeſſer doppelt ſo groß, wie die kürzeſte Widerſtandslinie iſt. Bei dieſer Ladung ſind die, um das Doppelte der k. W. L. von der Mine entfernten Gallerien gegen das Zuſammendrücken geſichert. Wollte man jedoch die Ladungen noch mehr verkleinern, würden bei 10 bis 16 Fuß k. W. Linie auch die Wirkungen gegen die feindlichen Arbeiten zu ſehr verringert werden. 3) Bei einer, 16 Fuß überſteigenden k. W. L. werden die Ladungen ſchon ſehr ſtark, und die Trichter ſehr weit und tief. Man muß jene verringern, um dem Feinde weniger Vortheile durch die ausgehobenen Trichter zu gewähren.

Die Verringerung der Ladungen findet auch bei den gemeinſchaftlich ſpringenden Minen ſtatt, ſobald ihre Trichter ſich um ſoviel durchkreuzen: daß ein Theil der Ladung auf den gemeinſchaftlichen Kegel gerechnet werden kann. Es kommt demnach hier nur darauf an: den Erdkeil zu beſtimmen, der von den Umkreiſen beider Trichter ausgeſchnitten wird. Dieſes aber erfordert weitläuftige Berechnungen, bei denen man zur Erleichterung vorausſetzen muß: daß der Minentrichter ein in der Mitte ſeiner Höhe abgeſtumpfter Kegel, und daß ſeine Höhe dem Radius ſeiner Grundfläche gleich iſt.

Setzt man demnach ABbd und HefG für die beiden Minentrichter (Fig. 171. Tab. XIII.), deren obere Oeffnungen AB und HG ſich um die Größe HB = n durchſchneiden: ſo wird HB = nr, wenn AC = BC = r.

HBK iſt der, beiden Trichtern gemeinſchaftliche Erdkeil, der durch die ſenkrechte Fläche RO in zwei Abſchnitte Amna getheilt wird, deren jeder aus der Hyperbel amn, dem Kreisabſchnitt Anm, und der converen Fläche des Kegels beſteht. Das Doppelte dieſes Abſchnittes giebt den begehrten Inhalt des Erdkeiles HBK.

Man gedenke ſich nun den Abſchnitt, als aus unendlichen Elementen beſtehend, deren Grundflächen mit der hyperboliſchen Fläche amn gleichliegend ſind, und deren Höhe zuſammengenommen = pB iſt; man ſetze ferner ap = x, pm = y, die halbe große Are ac = $\frac{1}{2}$a, die halbe kleine Are cS = $\frac{1}{2}$b; ſo iſt in Beziehung auf dieſe beiden Aren die Gleichung der Hyperbel $y^2 = \frac{b^2}{a^2}(ax + x^2)$.

Da auch das Flächen-Element einer krummen Linie, das die

doppelte Ordinate zur Grundfläche und einen unendlich kleinen Theil der Abſciſſe zur Höhe hat, $2ydx$ iſt, ſo wird $2. S. ydx$ die Fläche der Hyperbel, wenn man für y ſeinen Werth ſetzt. Man bekommt daher für die Fläche der Hyperbel $s = 2. S. ydx = \frac{2b}{a}. S. (ax + x^2)^{\frac{1}{2}} dx$. Durch Entwickelung des Faktors wird

$$(ax+x^2)^{\frac{1}{2}} dx = (a^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} dx + \frac{1}{2} a^{-\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}} dx - \frac{1}{8} a^{-\frac{3}{2}} x^{\frac{5}{2}} dx + \frac{1}{16} a^{-\frac{5}{2}} x^{\frac{7}{2}} dx - \frac{15}{384} a^{-\frac{7}{2}} x^{\frac{9}{2}} dx + \text{ꝛc.})$$

dieſes in den Werth von S. geſetzt, wird

$$s = \frac{2b}{a}. S. (a^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}} dx + \frac{1}{2} a^{-\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}} dx - \frac{1}{8} a^{-\frac{3}{2}} x^{\frac{5}{2}} dx + \frac{1}{16} a^{-\frac{5}{2}} x^{\frac{7}{2}} dx - \frac{15}{384} a^{-\frac{7}{2}} x^{\frac{9}{2}} dx + \ldots\ldots)$$

hieraus bekommt man durch Integriren

$$s = \frac{2b}{a} \left[\frac{2}{3} a^{\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5} a^{-\frac{1}{2}} x^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28} a^{-\frac{3}{2}} x^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{72} a^{-\frac{5}{2}} x^{\frac{9}{2}} - \ldots\ldots \right]$$

$+ C$. Da jedoch x der gemeinſchaftliche Factor iſt, wird die Integrale Null, wenn $x = 0$. Folglich iſt $0 = 0 + C$; nämlich Null für die ſtetige Größe, wo man dem Ausdruck von Nichts hinzufügen darf. Man erhält vielmehr blos

$$s = \frac{2b}{a} \left[\frac{2}{3} a^{\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5} a^{-\frac{1}{2}} x^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28} a^{-\frac{3}{2}} x^{\frac{7}{2}} + \frac{1}{72} a^{-\frac{5}{2}} x^{\frac{9}{2}} - \ldots\ldots \right]$$

für jede hyperboliſche Fläche des Abſchnittes, wenn man anſtatt a, b und x ihren relativen Werth ſetzt. Um aber in der Gleichung nur eine veränderliche Größe zu haben, nehme man aus den ähnlichen Dreicken ACS und Sca das Verhältniß

$$AC : CS = Sc : ca;$$

da nun $CS = 2AC$, iſt auch $ca = 2Sc$, oder $\frac{1}{2} a = b$; folglich $a = 2b$. Es iſt aber $Sc = Cp = BC - Bp$; ſetzt man demnach $Bp = Z$, wird $\frac{1}{2} b = (r - Z)$, daher $b = 2(r - Z)$ und $a = 4(r - Z)$. Ferner geben die ähnlichen Dreiecke aBp und BSC

$$Bp : pa = BC : CS;$$

da nun $CS = 2AC = 2BC$, wird $pa = 2pB$, oder $x = 2Z$ ſeyn. Alle dieſe für a, b und x gefundenen Werthe in die obige Gleichung geſetzt, giebt

$$s = \frac{2}{3} 2 (r-Z)^{\frac{1}{2}} (2Z)^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{5} 4^{\frac{1}{2}} (r-Z)^{-\frac{1}{2}} (2Z)^{\frac{5}{2}} - \frac{1}{28} 4^{-\frac{3}{2}} (r-Z)^{-\frac{3}{2}} (2Z)^{\frac{7}{2}}$$
$$+ \frac{1}{72} 4^{-\frac{5}{2}} (r-Z)^{-\frac{5}{2}} (2Z)^{\frac{9}{2}} - \ldots\ldots$$

Die verſchiedenen Größen geben durch ihre Entwickelung:

$$(r-Z)^{\frac{1}{2}} = r^{\frac{1}{2}} - \frac{1}{2} r^{-\frac{1}{2}} Z - \frac{1}{8} r^{-\frac{3}{2}} Z^2 - \frac{3}{48} r^{-\frac{5}{2}} Z^3 - \ldots\ldots$$

$$(r-Z)^{-\frac{1}{2}} = r^{-\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} r^{-\frac{3}{2}} Z + \frac{3}{8} r^{-\frac{5}{2}} Z^2 + \frac{15}{48} r^{-\frac{7}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

$$(r-z)^{-\frac{3}{2}} = r^{-\frac{3}{2}} + \frac{3}{2} r^{-\frac{5}{2}} Z + \frac{15}{8} r^{-\frac{7}{8}} Z^2 + \frac{105}{48} r^{-\frac{9}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

$$(r-Z)^{-\frac{5}{2}} = r^{-\frac{5}{2}} + \frac{5}{2} r^{-\frac{7}{2}} Z + \frac{35}{8} r^{-\frac{9}{2}} Z^2 + \frac{315}{48} r^{-\frac{11}{2}} Z^3 + \ldots\ldots$$

Setzt man dieſe Werthe für S, ordinirt und reduzirt man ſie: ſo bekommt man für die Fläche jeder Hyperbole

$$S = \frac{2}{3} 2^{\frac{5}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z^{\frac{3}{2}} - \frac{7}{15} 2^{\frac{3}{2}} r^{-\frac{1}{2}} Z^{\frac{5}{2}} - \frac{71}{420} 2^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{3}{2}} Z^{\frac{7}{2}} - \text{ꝛc.}$$

wo man nur eine veränderliche Größe hat. Durch Multipliziren mit der Höhe des Elementes dz, und durch Integriren jeden Gliedes wird der Inhalt des Abſchnittes

$$= \frac{4}{15} 2^{\frac{5}{2}} r^{\frac{1}{2}} Z^{\frac{5}{2}} - \frac{2}{15} 2^{\frac{3}{2}} r^{-\frac{1}{2}} Z^{\frac{7}{2}} - \frac{71}{1890} 2^{\frac{1}{2}} r^{-\frac{3}{2}} Z^{\frac{9}{2}} - \text{ꝛc.}$$

Da dieſer Ausdruck Null wird, wenn $Z = 0$; darf man keine beſtändige Größe hinzufügen. Setzt man aber $Z - \frac{1}{2} n r$, ſo bekommt man den ganzen Inhalt des Abſchnittes $AnmB =$

$$r^3 \left(\frac{4}{15} n^{\frac{5}{2}} - \frac{2}{15} (\tfrac{1}{2})^2 n^{\frac{7}{2}} - \frac{71}{1890} (\tfrac{1}{2})^3 n^{\frac{9}{2}} - \text{ꝛc.} \right.$$

der verdoppelt den gemeinſchaftlichen Erdkeil der beiden Trichter giebt, und allgemein gilt, wenn man für n in Theilen des Halbmeſſers der Trichter die Größe ſetzt, um welche ſie übereinander fallen.

Gumperz hat nach dieſer Formel die nachſtehenden Reſultate gefunden, welche den Inhalt eines, zwei Minentrichtern gemeinſchaftlichen Erdkeiles in Dezimaltheilen des Würfels der kürzeſten Widerſtandslinie geben, wenn die Trichter einander mit einem beſtimmten Theile ihres Durchmeſſers decken. Da ſich nun die Ladungen einfacher Minen wie die Würfel der k. W. L. verhalten, läßt ſich alsdann leicht die von der Ladung beider Minen abzuziehende Pulvermenge berechnen.

Theile des Halbmeſſers, um welche die Trichter einander decken.	Inhalt des beiden gemeinſchaftlichen Erdkeiles, wenn die k. W. Linie — R.
$\frac{1}{4}$	0,016 R^3
$\frac{1}{3}$	0,032 —
$\frac{1}{2}$	0,091 —
$\frac{2}{3}$	0,177 —
$\frac{3}{4}$	0,247 —
1	0,466 —
$1\frac{1}{4}$	0,770 —
$1\frac{1}{3}$	0,880 —
$1\frac{1}{2}$	1,105 —
$1\frac{2}{3}$	1,336 —
$1\frac{3}{4}$	1,443 —

Die Fladderminen können ihrer Natur nach und wegen ihrer nur kurzen k. W. L. keine ſtarken Ladungen bekommen. Sobald ſie jedoch nicht in der Nähe von Gallerien liegen, ſondern blos zu Vertheidigung des Glaçis, oder einer Feldſchanze angewendet werden: iſt es vortheilhafter, ihre Ladungen zu verſtärken, um eine größere Wirkung hervorzubringen. Man würde demnach anſtatt $12\frac{1}{2}$ Pfund der Ladung für 5 Fuß k. W. L. in lockerer Sanderde, 56 Pfund nehmen müſſen, um einen 20 Fuß weiten Trichter herauszuwerfen, und durch dieſe vergrößerte Wirkung einen ſtärkeren Eindruck auf das Gemüth des Feindes zu machen. Da man in lockerer Erde 100 Pfd. Ladung auf 10 Fuß k. W. L. nöthig hat, kann man auf die ſchon oben angegebene Weiſe leicht die Ladungen für kürzere Linien des geringſten Widerſtandes durch Kubiren der Exploſions-Radien finden. Beiſtehende Tafel iſt für den Gebrauch hinreichend.

Kürzeſte Widerſt. Linie.	Durchmeſſer des Trichters.	Explosions-Radius.	Pulverladungen. In lockerer Sanderde.	Sandige Erde mit Kies.	Feſte Thonerde.
Fuß.	Fuß.	Fuß.	Pfund	Pfund	Pfund
2	4	2,83	0,807	1,37	1,61
	8	4.47	3,19	5.43	6,38
	12	6,32	8.94	15,34	18,04
3	6	4,24	2,724	4,63	5.45
	12	7,32	12,08	20,6	24,2
	18	9.48	30,45	51,8	60.9
4	8	5,65	6,45	10,9	12,9
	16	8,94	25,[illegible]2	43,4	51,1
	24	12,[illegible]4	72,18	122,7	144,3
5	10	7,0	12,5	21,2	25,0
	20	11,1	49,4	83,4	98,8
	30	15,8	139,7	237,5	279,4
6	12	8,5	21,7	36,4	43,4
	24	13,4	85,0	144,6	170,1
	36	19,0	242,5	412,3	485,0
7	14	9,9	34,3	58,3	68,6
	28	15,7	136,8	232,6	273'6
	42	22,1	381,6	648,8	763,3
8	16	11,3	51,0	86,7	102,0
	32	17,9	202,8	344,7	405,6
	48	25,3	572,6	473,4	1145
9	18	12,7	72,4	123	145
	36	20,1	287	488	575
	54	28,5	818	1391	1637

Die Ladung wird in einen gut verpichten hölzernen Kaſten, oder auch in einen großen irdenen Krug geſchüttet, wenn man das Anziehen der Feuchtigkeit in einem naſſen Boden befürchten müßte. Bei den Fladderminen kann man ſich auch mit Vortheil der eingegrabenen Bomben oder ſchweren Granaten bedienen, die man eben ſo, wie die Pulverkaſten, eingräbt, und vermittelſt eines, bis in den Graben der Verſchanzung geführten Leitfeuers zündet. Die Tiefe, in welcher ſie unter der Erde liegen können, iſt 2 bis 3 Fuß; denn da die zehnzollige Bombe 10 Pfund, und die zwölfzollige Bombe 17 Pfund Pulver faßt, jene aber von 3 und die letztere von 5 Pfund geſprengt wird bleiben hier 12 und dort 7 Pfund übrig, die bei 2 Fuß Tiefe,

oder k. W. L., in leichtem Boden einen beinahe 12 Fuß weiten Trichter auswerfen und noch durch die herumfliegenden Bombenſtücken ſchaden wird. Man verfuhr auf dieſe Weiſe 1797 bei der Vertheidigung von Kehl, vereinte aber hier 8 Bomben (jede mit 17 Pfd. Pulver geladen) in einem flachen Kaſten, deſſen Ladung folglich 136 Pfund betrug, und den man 5 Fuß tief eingrub, weil man wegen des Waſſers nicht tiefer gehen konnte. Da der Kaſten im Lichten 36 Zoll weit war, blieb in der Mitte ein gevierter Raum für einen kegelförmigen Sack, deſſen weite Oeffnung die nach den einzelnen Bomben gehenden Zündfeuer faßte, die andere enge Oeffnung aber an die Pulverwurſt befeſtiget war. Kaſten und Leitrinnen waren doppelt, und inwendig und auswendig mit Pech beſtrichen. Drei ſolche Kaſten machten immer ein Ganzes, das bei 408 Pfd. Ladung hinreichende Wirkung that, um die ſtürmenden Beſtreicher zurück zu ſchrecken, und ſie zu einem förmlichen Angriff zu nöthigen.

Die Ladungen der Quetſcher oder Dampfminen (Camouflets) werden eben ſo, wie die gewöhnlichen Minenladungen gefunden, indem man den Würfel des Explosionsradii und die Ladung einer einfachen Mine zum Grunde legt, und die vermuthete Entfernung des Minenganges von dem feindlichen als die k. W. L. für die geſuchte Ladung annimmt. (S. Dampfminen.)

Lage der Feſtungen (l'assieté) wird zwar an ſich durch die militairiſch, oder vielleicht politiſch wichtigen Punkte eines Staates beſtimmt; doch muß die vortheilhafte oder nachtheilige Beſchaffenheit des Terrains (Site) dabei eben ſo ſehr berückſichtiget werden. Es iſt nicht genug: daß man unbedingt irgend einen Punkt zu Anlegung einer Feſtung beſtimmt; man muß auch zuſehen: ob nicht vielleicht die Nachtheile der Lage ſo groß ſind, daß ſie die Vortheile überwiegen, und den Bau dadurch nutzlos, oder wohl gar ſchädlich machen? Es kommen hierbei zuvörderſt ſechs Gegenſtände in Erwägung:

1) Die Beſchaffenheit der Luft; denn man hat wenig Gewinn, wenn man anſtatt einer Feſtung einen Kirchhof für die Soldaten anlegt, wo durch die ungeſunden Ausdünſtungen eines ſumpfigen Bodens eine, ſelbſt ſtarke Beſatzung in wenig Wochen beinahe auf Nichts herab ſinkt. Könnte man es dennoch nicht vermeiden: aus bewegenden Urſachen einen ſolchen Ort zu befeſtigen: ſo ſuche man den Nachtheilen vielleicht durch Austrocknung der ſumpfigen Stellen, oder durch andere künſtliche Mittel abzuhelfen. Dann erbaue man hier keine große, eine ſtarke Beſatzung erheiſchende Feſtung, und laſſe jene, ſo oft es immer möglich iſt, ablöſen.

2) Die Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit des Bodens. Jene giebt Gelegenheit: alle Bedürfniſſe des Lebens, die den Wohlſtand, und folglich auch die Geſundheit und Kraft des Soldaten fördern, in der Nähe zu finden. Man darf die Lebensmittel nicht mit großer Beſchwerde und Koſten aus der Ferne herbei holen, wenn man mit einer Belagerung bedroht wird, und es wird dem Feinde nicht ſo leicht: die Feſtung anzugreifen, ehe ſie Zeit hatte, ſich gehörig zu verſorgen. Unter den erſten und unentbehrlichſten Dingen aber ſteht das Waſſer oben an; man muß nie einen Ort befeſtigen, wo es an dieſem fehlet. Es iſt ſogar nicht genug: wenn eine Feſtung blos mit Röhrwaſſer verſorgt iſt, weil dieſes von dem Feinde abgeſchnitten werden kann. Man muß entweder gute und reichlich fließende Brunnen haben, oder ihren Mangel durch hinreichend große und bombenfeſte Ciſternen erſetzen.

3) Muß das Terrain die Verbindung mit auswärts erleichtern, ſowohl in Hinſicht der Herbeiſchaffung der Mund- und Kriegsvorräthe, als der bequemen Gelegenheit: die Feſtung durch Truppen zu verſtärken oder vielleicht gar zu entſetzen. Dieſer Abſicht entſpricht vorzüglich die Lage an großen, ſchiffbaren Flüſſen, wie Herzogenbuſch, Bergen op Zoom, Magdeburg, Kölln, Weſel; oder an der See, wie Gibraltar, Candia, Danzig. Allerdings erleichtert eine ſolche Lage dem Feinde auch die Herbeiſchaffung der Belagerungsbedürfniſſe; dagegen erſchwert ſie ihm die Einſchließung der Feſtung mit wenigen Streitkräften, wie es in ſumpfigen und gebürgigen Gegenden möglich iſt. Orte, die ganz von Waſſer umgeben ſind, wie Mantua, oder die auf hohen und ſteilen Bergen liegen, wie Königſtein in Sachſen und mehrere Schlöſſer in Tyrol, erſchweren zwar den feindlichen Angriff, ſind aber dafür leicht von aller Verbindung mit außen abzuſchneiden, und gewähren keine Gelegenheit zu offenſiver Vertheidigung.

4) Darf die Beſchaffenheit des Terrains den feindlichen Angriff nicht begünſtigen und erleichtern. Es dürfen ſich demnach in der Nähe der Feſtung — d. h. nicht unter 1000 Schritt — weder beherrſchende Anhöhen, gegen die man ſich nicht ſchützen kann, noch auch Vertiefungen finden, die den Feind gegen das Feuer derſelben bedecken. Nahe und bedeutende Höhen, von denen man in die Stadt ſchießen kann, ſind am gefährlichſten; man muß ſich ihrer durch ſtarke Werke und durch eine ununterbrochene Gemeinſchaft mit denſelben verſichern. Gegen Einen beherrſchenden Punkt kann man ſich leicht decken; gegen mehrere und auf verſchiedenen Seiten liegende aber wird dies ſchwerer. Es bleibt einem hier nichts übrig, als die ſchädlichen Höhen abzutragen, im Fall ſie aus Erde beſtehen; oder wenn dies nicht angeht: ſich durch oben bedeckte, d. h. kaſemattirte Werke

zu ſchützen; oder aber ſich von ihnen zu entfernen. Selbſt wenn ſie wegen ihrer Höhe und Stärke unzugänglich ſchienen, findet der Feind doch wohl Mittel: ſchwere Kanonen hinauf zu bringen und die Feſtung dadurch zur Uebergabe zu zwingen, wie bei Montmelian 1600, bei Beſançon 1674, dem Schloſſe von Freiburg 1677. Erſchwert in dieſem Falle das, die Feſtung zunächſt umgebende Terrain durch Sümpfe, Ueberſchwemmungen, oder durch einen Felſenboden, die Annäherung des Feindes, wird der Nachtheil, eingeſehen zu ſeyn, dadurch zum Theil aufgehoben. Man muß daher immer die Vortheile und Nachtheile der Lage (Site) gegen einander auf die Wage legen, um nicht einen Ort zu befeſtigen, der nachher keinen, ſeinen Baukoſten angemeſſenen Widerſtand zu leiſten vermag. Ein Boden endlich, der ſich leicht mit der Schaufel bearbeiten läßt, der daher weder ſumpfig und naß iſt, noch aus Flugſand, oder aus Felſen und Steinen beſtehet, begünſtiget allerdings die feindlichen Belagerungsarbeiten. Allein, dieſer Nachtheil kann nicht berückſichtiget werden, denn man findet nur ſelten eine Lage, wie die von Gibraltar, wo ſich alle Umſtände die Hand bieten: das Widerſtandsvermögen zu erhöhen.

5) Die Hülfsmittel, welche die Lage in dieſem letzteren Betracht darbietet, finden bald in größerer, bald in geringerer Menge ſtatt, und in dem Maaße iſt auch der Ort als mehr oder weniger vortheilhaft anzuſehen. Es finden aber 5 verſchiedene Lagen der Feſtungen ſtatt: a) in flachem Lande, b) in waſſerreichem Boden, c) auf Bergen, d) theils im Thale, theils auf dem Berge, oder auf Bogen von verſchiedener Höhe; e) in ganz vermiſchtem Boden.

a) Die flache, von keinem Gewäſſer durchſchnittene, von keinen Höhen beengte Gegend, bietet bei dem Feſtungsbau dem Erfindungsgeiſte des Ingenieurs freien Spielraum dar. Hier kann er ungehindert jede Manier wählen, die er für die beſte hält; hier kann er Werke auf Werke häufen, in ſofern es ihm die Staatskräfte verſtatten, um — ein Meiſterſtück der graphiſchen Kunſt zu vollenden, und dem Feinde bei durchaus gleicher Stärke aller Fronten auch freie Wahl über den Angriffspunkt laſſen. Neu Breiſach bietet uns ein Beiſpiel einer ſolchen Lage dar, wo es eine unerläßliche Bedingung zu ſeyn ſcheint: wenigſtens einige Polygone mit Defenſivminen zu verſehen, und überhaupt die Annäherungshinderniſſe nach Möglichkeit zu vervielfältigen.

b) Enthält die zu Anlegung einer Feſtung beſtimmte Ebene einen oder mehrere Flüſſe: ſo geben ſie Gelegenheit zu Verſtärkungen, die man ohne ſie entbehren müßte, wie ſchon an einem andern Orte geſagt worden (Artik. Fluß). Die vielleicht vorhandenen Sümpfe oder leicht zu veranſtaltenden Ueberſchwem-

mungen ſichern die hinter ihnen liegenden Polygone, daß man weniger Mühe und Koſten auf ihre Befeſtigung wenden darf; wenn man die ſchmalen Zugänge aus mehreren Punkten beſtreichen und der Feind ſich nur auf Fahrzeugen nähern kann. Philippsburg, Peronne, La Fère, Spandau gehören in dieſe Kathegorie. Der weſentlichſte Vortheil großer, von einem bedeutenden Fluß durchſchnittenen Feſtungen iſt die Ausdehnung der feindlichen Belagerungstruppen, durch die es der Beſatzung leicht wird: irgend einen ſchwachen Theil derſelben in einem Ausfalle zu überwältigen, und dadurch ihre Fortſchritte zu hindern; oder gar herauszubrechen, und anderwärts zu wirken, wenn die Feſtung keinen langen Widerſtand mehr zu leiſten vermag.

c) Dieſen Vortheil findet man auch in Gebirgsgegenden, wo das umliegende Terrain von ſteilen und tiefen Gründen durchſchnitten wird, und wo folglich das Einſchließungskorps, um alles zu beſetzen, nicht auf allen Punkten gleich ſtark ſeyn kann, um dem herbeikommenden Entſatz zu widerſtehen. Eine ſolche Lage aber gewährt auch nur wenig Raum, und die hier angelegten Feſtungen können höchſtens zu Bewahrung eines Fluſſes dienen. Größere Bergflächen erlauben zwar: der Feſtung einen größeren Umfang zu geben, haben jedoch öfters den Fehler: daß ſich genug freies Terrain um ſie herum findet, wo der Feind ſeine Laufgräben eben ſo bequem führen kann, wie in der Ebene. Oder, um einen im Thale fließenden, ſchiffbaren Strom zu bewahren, hat man die Feſtung zwiſchen die Berge einengen und einen Theil der letztern mit einnehmen müſſen, weil ſie durch ihre Höhe und Nähe den Befeſtigungswerken gefährlich werden.

d) Dieſe Lage iſt beinahe die ſchlechteſte unter allen; denn es wird nicht wenig Mühe koſten, ja bisweilen ganz unmöglich ſeyn: überall das Einſehen und Beſchießen der Werke zu hindern. Befinden ſich die Berge gerade vor letztern: muß man die oben (ſ. Artik. Abſtecken) gegebenen Vorſchriften befolgen, und nächſtdem ſich der Berge durch beſondere Werke verſichern, um den Feind dadurch zu nöthigen: daß er ſeinen Angriff von weitem anfangen muß, und nicht unmittelbar nach der Einſchließung der Feſtung den Hauptwall zu beſchießen anfangen kann. Namur, ſo wie es 1746 am Fuße einer Reihe ſteiler Berge erbauet war, kann hier zum Beiſpiel dienen. Die Franzoſen mußten ſich vorher der auf den Bergen liegenden Redouten bemeiſtern, ehe ſie in den, unterhalb der Stadt an der Maaß liegenden Gärten vorgehen und das Hornwerk angreifen konnten, in das ſie mit einer jenſeits des Fluſſes liegenden Batterie Breſche geſchoſſen hatten. Aehnliche Vorwerke FG ſind nöthig: wenn ſich die Feſtung von dem Berge, auf dem Hange deſſelben herabzieht, Fig. 6. Tab. II., wie ebenfalls ſchon oben (l. c.) geſagt worden. Wird aber das Innere der Feſtung von den an-

liegenden Höhen ganz eingeſehen: dann müßte auf letzteren ſelbſt ein Werk von möglichſter Widerſtandsfähigkeit erbauet werden, deſſen ſich der Feind entweder nicht vor Eroberung der Feſtung, oder doch nur mit vieler Anſtrengung und Zeitverluſt bemächtigen kann.

6) Da immer eine Lage der Feſtung den Bau mehr erleichtert, und folglich die Baukoſten verringert, als die andere, indem ſie entweder weniger Werke erheiſcht, oder einen beſſern Baugrund darbietet, oder die Baumaterialien mehr in der Nähe hat; iſt hierauf ebenfalls Rückſicht zu nehmen, wenn anders nicht unwiderruflich durch die Umſtände beſtimmt iſt. Man wird demnach ſolche Orte vermeiden müſſen, wo ein ſumpfiger Boden koſtbare Pfahlröſte erfordert; wo man die Gräben in Felſen arbeiten und vielleicht die Erde zu den Bruſtwehren erſt angefahren werden muß; oder wo ein leichter Flugſand den aufgeführten Wällen keine Dauer verſpricht. Oft bedarf es blos einer kleinen Abänderung der Lage, um einen bedeutenden Theil der Baukoſten zu erſparen, und die Arbeit in weit kürzerer Zeit zu vollenden. S. Abſtecken, Berge, Flüſſe, Sümpfe.

Läger, verſchanzte (Camps retranchés), werden bisweilen in der Nähe zu kleinerer Feſtungen angelegt, durch die man einen beſondern Zweck: die Sicherſtellung eines Magazins, die Bewahrung irgend eines wichtigen Punktes, erreichen will; während es Zeit und Umſtände verbieten: die Feſtung ſelbſt zu vergrößern. Ein ſolches verſchanztes Lager macht demnach gleichſam einen Theil der letzteren aus, und wird in Hinſicht ſeiner Vertheidigung von ihr unterſtützt, ſo wie es dagegen ihre Widerſtandsfähigkeit bedeutend erhöhet. Das in dem verſchanzten Lager befindliche Truppenkorps wirkt hier gemeinſchaftlich mit der Beſatzung, und ſetzt dieſe dadurch in den Stand: den Anfällen des Feindes länger und kräftiger zu widerſtehen; während der letztere gezwungen iſt, ſich mit ſeiner Umfaſſung weiter auszudehnen und folglich eine viel größere Truppenzahl zu der Belagerung anzuwenden, wenn er nicht Gefahr laufen will, ſich auf irgend einem ſchwachen Punkte plötzlich durchbrochen zu ſehen. Er darf es zugleich nicht wagen: bei ſeinem Vordringen eine kleine, durch ein verſchanztes Lager verſtärkte Feſtung hinter ſich zu laſſen, weil die Truppen des erſteren ſeine Communication abſchneiden und überhaupt ihm ſehr nachtheilige Diverſionen machen können.

Der Hauptzweck ſolcher verſchanzten Läger iſt entweder 1) bei dem unerwarteten Anfalle eines übermächtigen Feindes den ſich verſammelnden Truppen zum Vereinigungspunkte zu dienen, und zu verhindern, daß ſie nicht einzeln angegriffen und aufgerieben werden. 2) Oder bei offenſiven Operationen

zu Bewahrung der Magazine zu dienen, wozu die auf dieſem Punkte liegende Feſtung nicht Gelegenheit und Raum genug darbietet. Man muß demnach bei der Wahl ſolcher Feſtungen, die mit einem verſchanzten Lager verſehen werden ſollen, vorzüglich auf eine freie Gemeinſchaft mit den rückwärts liegenden Provinzen ſehen, um die Vertheidigungstruppen leicht verſtärken, oder wären ſie völlig von dem Feinde eingeſchloſſen, durch ein nicht zu ſtarkes Korps, das nur in Verbindung mit jenen dem Feinde überlegen wird, mit Vortheil entſetzen zu können. Dieſer Ort des verſchanzten Lagers ſelbſt muß ſo liegen: daß der Feind hier keinen leichten Zugang findet, ſondern gemeinſchaftlich mit den dabei angebrachten Annäherungshinderniſſen von dem Angriffe abgehalten und genöthiget wird: ſich gegen die Feſtung ſelbſt zu wenden. Wäre jedoch die Lage der Feſtung dergeſtalt: daß die das Lager deckenden Hinderniſſe dem Feinde nicht unüberſteiglich ſind, muß man es dergeſtalt anordnen; daß ſeine Linien von den Feſtungswerken beſtrichen, und die Angreifenden von einem ſtarken Vorwerke im Rücken beſchoſſen werden können. So war das Lager bei Dünkirchen von Vauban angelegt; ſeine an die Stadt ſtoßenden Seiten liefen gerade auf die Façen der Bollwerke zu, und lagen hinter Kanälen, deren aufgeſtauetes Wäſſer Ueberſchwemmungen machten. Die vordere Seite aber, die dem Angriff mehr ausgeſetzt war, ward durch ein beſonderes, viereckiges, gemauertes Fort, mit Bollwerken und Ravelinen, beſtrichen und vertheidigt.

Obgleich ein ſolches Lager ſeiner Natur nach zu den Feldverſchanzungen gehört, und daher aus bloßen Erdwerken beſteht: muß man dieſen doch eine hinreichende Stärke geben, um dem Feuer des ſchweren Geſchützes zu widerſtehen. Denn, hat das verſchanzte Lager keine dieſem Zweck entſprechende Stärke, ſondern kann von dem Feinde erſtürmt werden: bringt es mehr Schaden als Gewinn. Durch ſeinen Verluſt werden die darin liegenden Truppen in die Stadt zurück geworfen, deren Vertheidigungs- und Ernährungsmittel nun mit der Größe der Beſatzung in keinem Verhältniß ſtehen, welches nothwendig eine frühe und vorſchnelle Uebergabe herbeiführen muß. Man macht demnach die Bruſtwehren des verſchanzten Lagers nicht unter 18 Fuß dick, und verkleidet ſie mit Raſen oder Faſchinen, je nachdem es die Umſtände erlauben. Die äußere Abdachung wird durch die Beſchaffenheit des Erdbodens, die Höhe der Bruſtwehr aber durch das Terrain beſtimmt, damit der innere Raum nicht von außen eingeſehen oder beſchoſſen werden kann. Von dieſer Höhe der Bruſtwehr und der dazu erforderlichen Erde hängt denn auch die Tiefe und Breite des Grabens ab, wie aus den Grundſätzen der Feldbefeſtigung folgt, auf die wir uns hier beziehen müſſen, um nicht dieſen Artikel zu weit auszudehnen.

Wird ein verſchanztes Lager bei einem Orte angelegt, der nicht eigentlich eine Feſtung iſt, ſondern ebenfalls durch neu hinzugefügte Feldwerke dazu gemacht werden ſoll: muß man es dennoch hinter der proviſoriſch befeſtigten Stadt, niemals aber vor derſelben anordnen. In dem letzteren Falle läuft man Gefahr: bei einem zu heftigen Angriffe auf das Lager ſich durch die vielleicht engen und krummen Gaſſen der Stadt zurückziehen zu müſſen. Wendet man im Gegentheil alles an: die Stadt in den möglichſten Vertheidigungsſtand zu ſetzen, wird der Feind nicht ohne große Schwierigkeiten den Angriff auf dieſelbe unternehmen können, und ſich wahrſcheinlich zu einer regelmäßigen Belagerung entſchließen müſſen, wo oft die ſchlechteſten, mit einer bloßen Mauer umſchloſſenen Städte gerade die größten Hinderniſſe in den Weg legen.

Lampe des Minirers iſt, wie die Lampe der Bergleute, anſtatt des Oeles, mit Talg ausgegoſſen, und dient bei ſeinen unterirdiſchen Arbeiten, ſo lange er nicht mit dem Laden der Minen beſchäftigt iſt; denn zu dieſer Arbeit muß er ſich durchaus einer ringsum gut verſchloſſenen Laterne bedienen, die inwendig mit einem Hohlſpiegel verſehen iſt, damit man ſie 20 Schritt von der Kammer entfernt halten, und dennoch bei dem Einſchütten des Pulvers in den Kaſten hinreichend ſehen kann. Bei einer gewöhnlichen Laterne, oder ſelbſt, wenn man die eben erwähnte zu nahe brächte, könnte ſich leicht der aufſteigende Pulverſtaub, und durch dieſen nachher die Ladung entzünden.

Landesgrenze (ſ. Grenze.)

Landhäuſer (ſ. Meierhöfe).

Lauffeuer (trainée de poudre) beſteht aus einer Reihe feinen Kornpulvers, das man auf einem glatten Brette hinſtreuet, um bei dem Sprengen eines Gebäudes, einer Brücke u. dergl. anſtatt der Zündwurſt zu dienen, zu deren Verfertigung es vielleicht an Zeit und Gelegenheit fehlt. Man ſieht von ſelbſt: daß ein ſolches Lauffeuer nur dann ſtatt finden kann, wenn keine Luft geht, weil außerdem das Pulver durch den Wind von dem Brete herab geführt werden würde.

Laufgräben (la tranchée) iſt eigentlich der allgemeine Name aller, zu dem Angriff der Feſtungen dienenden Schanzarbeiten, durch die man ſich nach und nach den Werken nähert, und von denen die Batterien einen Theil ausmachen. Im engeren Sinne belegt man jedoch die Verbindungsgräben der Parallelen (ſ. Communication) mit dieſer Benennung, in ſo-

fern ſie zur Annäherung an die Feſtungswerke dienen (Approches oder Boyeaux.)

Die Laufgräben beſtehen dem zufolge aus den Parallelen oder Waffenplätzen, den Verbindungsgräben oder Communicationen, den halben Parallelen, den Schlägen oder Haken, den Laufgrabenkatzen oder Tranſcheereitern, den Sickſacks, dem Couronnement des bedeckten Weges, den Uebergangs-Arbeiten über den Graben und den Logementern auf den Breſchen, oder in den ausgeſprengten Minentrichtern; von welchen allen an ihrem Ort unter den zugehörigen Worten gehandelt wird.

Die Richtung der Laufgräben (Approches) wird durch die Frontalbreite der angegriffenen Polygone beſtimmt. Denn es iſt klar: daß jene Richtung vor allen Außen- und vorliegenden Werken der Feſtung vorbeigehen muß, Tab. III. Fig. 12. bi, cn, damit die Laufgräben weder aus derſelben, noch aus den vorſpringenden Winkeln des bedeckten Weges der Länge nach eingeſehen und beſtrichen werden können. Hieraus folgt: daß die einzelnen Linien der Laufgräben immer kürzer werden müſſen, je mehr ſie ſich der Feſtung nähern, um die erforderliche ſchräge Richtung beizubehalten, ohne durch eine übermäßige Länge zu viel Arbeit zu verurſachen. An jedem Schlage, oder Biegung der Laufgräben wird der vordere Graben mit ſeiner Bruſtwehr 1 bis 2 Ruthen verlängert und rückwärts gebogen, um durch letztere den hintern Graben deſto beſſer gegen die Enfilade zu decken und einen Raum zu bekommen, wo die einander begegnenden Soldaten und Laufgrabenarbeiter einander ausweichen können. (S. Schläge.)

Man findet zwar die Tiefe der Laufgräben allgemein auf 3 Fuß, ihre mittlere Breite aber auf 10 Fuß beſtimmt; allein, es iſt hierbei die Höhe der Feſtungswerke zu beachten, weil die in den Laufgräben hin und her gehenden Leute völlig gegen die Schüſſe der Feſtung gedeckt ſeyn müſſen. Man muß demnach die Verbindungsgräben immer ſo tief machen: daß man unten auf der, von der Feſtung abgekehrten Seite derſelben (der Rückſeite oder dem Revers) die Krone der Bruſtwehren des Hauptwalles nicht ſehen kann.

Der hinter der erſten Parallele liegende Theil der Laufgräben wird vermittelſt der flüchtigen Sappe, der zwiſchen die erſte und zweite fallende Theil mit der halben Sappe; die übrigen Theile aber, weiter vorwärts, werden mit der ganzen Sappe getrieben. (S. Sappe.)

Weil die Hauptgänge der Gegenminen (die Enveloppe, Gallerien) immer mit den langen Linien des bedeckten Weges gleichlaufend ſind: ſchlägt Belidor und nach ihm Le Febvre vor: ſie durch darin vertheilte Pulverfäſſer zu ſprengen und in

Laufgräben zu verwandeln. Denn, nimmt man die Ladungen nicht zu ſtark, ſo entſteht durch die Exploſion ein etwa 6 bis 8 Fuß tiefer Graben, auf deſſen beiden Rändern die herausgeworfene Erde eine Art von Bruſtwehr bildet. Belidor ſetzt dabei als durch die Erfahrung beſtätigten Grundſatz feſt: „daß die einzelnen Ladungen mit ihrer Mitte 40 Fuß voneinander liegen, und jede aus ſo viel mal 100 Pfd. Pulver beſtehen „müſſen, als $\frac{1}{4}$ der Tiefe Fuß enthält. Eine ohngefähr 150 „Fuß lange, mit ihrer Sohle 18 Fuß tief liegende Gallerie würde demnach 18 Tonnen Pulver in 4 Abtheilungen erfordern."

Es ſey AABB eine ſolche Gallerie d'Enveloppe, und D der unter der Capitale vorgehende Aſt derſelben. Fig. 172. Tab. XV. Der Belagerer ſprengt nun von ſeiner dritten Parallele L aus eine überladene Mine, räumt ſogleich den Trichter auf, und dringt in die feindliche Gallerie, ehe der Feind im Stande geweſen iſt: den Pulverdunſt herauszuſchaffen. Indem man nun auf die eben beſchriebene Weiſe die Decke der beiden Zweige CAB ſprengt, bekommt man einen völlig fertigen Laufgraben, wo nur noch wenig Arbeit nöthig iſt, um ihn vermittelſt der bei f und g angebrachten Traverſen in eine Wende-Sappe (Sappe tournante) zu verwandeln.

Laufgrabenkatze (Cavalier de tranchée) oder Trancheekatze iſt ein ſtark erhöheter Schießſtand, 6 bis 8 Ruthen von dem Kamme des Glaçis, zu beiden Seiten der Capitale EE Fig. 34. Tab. IV., um den bedeckten Weg mit kleinem Gewehr zu beſtreichen, und die Beſatzung daraus zu vertreiben. Man geht zu dem Ende aus der letzten Parallele mit ſehr kurzen Sickſacks oder mit einer doppelten Sappe D bis auf die oben beſtimmte Weite von den Palliſaden vor, und wendet ſich um, mit dem Kamme des Glaçis in gleicher Richtung rechts und links, bis der Graben der Katze ſo lang iſt, daß er queer vor dem Wallgange jeder Façe des bedeckten Weges liegt, und die Breite deſſelben einnimmt. Die Länge der rückwärts gebogenen Flankendeckung BL. Fig. 173. Tab. XV. hängt von der Möglichkeit ab, aus einem der nebenliegenden Werke in der Flanke beſchoſſen zu werden.

Sobald dieſe Sappe beendiget iſt, fängt man an: den Graben breiter und tiefer zu machen, indem man zugleich auf die erſte Reihe Schanzkörbe eine zweite, und auf dieſe eine dritte ſetzt, daß immer die obere Reihe nur mit $\frac{1}{3}$ ihrer Weite auf der untern, mit dem übrigen Theile aber auf der, über jene hinweg geworfenen Erde ſteht, Fig. 174. Tab. XV. Da drei Reihen Schanzkörbe eine Höhe von 9 Fuß über der Abdachung des Glaçis geben, iſt dies gewöhnlich hinreichend: den ganzen Raum hinter den Palliſaden des bedeckten Weges einzuſehen und die

Beſatzung durch ein heftiges Feuer (wozu man ſehr zweckmäßig am Tage Jäger und Schützen anwendet) zu vertreiben. Zu dem Ende werden auf den obern Schanzkörben durch übereinander gelegte Sandſäcke Schießlöcher gebildet; hinter ihnen aber von Erde und Faſchinen Stufen angebracht.

Muß man fürchten: von einem neben liegenden Werke mit Geſchütz beſchoſſen zu werden: läßt man gleich anfangs bei Führung der ganzen Sappe einen Auftritt von 4 Fuß ſtehen, um hinter der erſten Reihe Schanzkörbe noch eine zweite anbringen zu können, und dadurch überall eine 8 bis 10 Fuß dicke Bruſtwehr zu erhalten.

Man kann zwar auch die Laufgrabenkatzen durch die flüchtige Sappe erbauen (ſ. letzteres Wort), indem man des Nachts von D. Fig. 34. ſeitwärts herausgeht und gleich anfangs 4 Reihen Schanzkörbe hinter einander ſetzt, die alsdann in möglichſter Geſchwindigkeit gefüllt werden. Auf ſie kommen 3 andere Reihen Schanzkörbe, zu deren Füllen man nun in dem Graben mehrere Arbeiter anlegen, und auf dieſe Art die Katze in einer Nacht vollenden kann. Nur äußerſt ſelten wird man jedoch dieſes Verfahren anwenden können, wenn ein ſorgenloſer und unthätiger Feind gar nichts thut, die Fortſchritte der Belagerer zu hindern. Im entgegengeſetzten Falle iſt es unmöglich, ohne einen übermäßigen Verluſt in dieſer großen Nähe am Hauptwalle die flüchtige Sappe zu vollenden. Le Febvre ſchlägt daher vor: anſtatt der hintern Reihe Schanzkörbe, Wollſäcke anzuwenden, um dadurch die Arbeiter gegen die Flintenſchüſſe der Belagerten zu ſchützen. Es würde in der That weit vortheilhafter ſeyn: anſtatt die Leute auf eine ſo zweckloſe Art aufzuopfern, den bedeckten Weg ohne Weiteres zu ſtürmen, um bei gleichem Menſchenverluſt wenigſtens an der Zeit zu gewinnen.

Nach Vauban ſollte man mit der Sappe zwiſchen der Laufgrabenkatze herausgehen um den bedeckten Weg vollends zu couronniren. Le Febvre aber bemerkt nicht ohne Grund: daß man dadurch vielleicht das Feuer der Laufgrabenkatzen hindern, immer aber ſich mehr Arbeit verurſachen würde, als wenn man aus den Flanken der Katzen vorgeht, ſich einwärts nach dem bedeckten Wege wendet, und auf dieſe Weiſe ſich in demſelben feſtſetzt. (S. Couronnement.)

Laufgrabenwacht (Garde de la tranchée), die zu der täglichen Beſatzung der Parallelen beſtimmte Anzahl Soldaten, welche durch die Stärke der Beſatzung und demnächſt durch die Vortheile beſtimmt wird, welche ihr das Terrain bei einem Ausfall darbietet. Le Febvre rechnet auf jede 1000 Mann der Beſatzung ein Bataillon, oder 500 bis 600 Mann, zur Laufgrabenwacht; dies kann jedoch nach Umſtänden mancherlei

Abänderungen erleiden und bald mehr bald weniger ſeyn. Bei Eröffnung der Laufgräben (w. n. i.) dient die Laufgrabenwacht mit zu Bedeckung der Arbeiten, und legt ſich alsdann bei Anbruch des Tages auf der Rückſeite der erſten Parallele nieder, wenn die Nacht zu kurz war, um den Graben ganz zu vollenden. Dieſes Detaſchement bleibt 24 Stunden in den Laufgräben, und ſteht unter den Befehlen eines Brigadiers, und ſetzt ſich im Fortgange der Belagerung den feindlichen Ausfällen entgegen, zu welchem Ende es aus den Parallelen heraus geht, um gemeinſchaftlich mit der zu ihrer Unterſtützung beſtimmten Bereitſchaft den Feind in der Fronte anzugreifen, oder ihm in die Flanke zu fallen.

Lazarethe, ſ. Hospitäler.

Lehrbogen (Tambour) zu den Hauptgewölben der Minengänge beſteht aus vier einzelnen Geſtellen, jedes von 2 Bögen, die durch Latten verbunden ſind. Er kann auf dieſe Art leicht an ſeinen Ort gebracht, zuſammengeſetzt und auch wieder auseinandergenommen werden.

Soll das Gewölbe eine gedrückte Form bekommen, wird der Lehrbogen, Fig. 159. Tab XIV., 8 Fuß weit, ab, und $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch, cd aufgeriſſen. Um die beiden Brennpunkte der elliptiſchen Linie zu bekommen, macht man $cf = cg = \frac{1}{2} (2 \sqrt{(ac)^2 - (cd)^2}) = \frac{1}{2} (2 \sqrt{16 - 6{,}25}) = \frac{6',\ 2'',\ 11'''}{2}$ $= 3$ Fuß $1\frac{11}{24}$ Zoll, wodurch man vermittelſt einer 8 Fuß langen Schnur die Linie ADB aufreißen kann. Die Brettſtücken haben unten und oben, zu ihrer Befeſtigung in den Mönch und in die Queerſtücken, Zapfen D und G; auch ſind ſie auf ihrer äußern Fläche mit Einſchnitten für die ringförmigen Hölzer verſehen, welche den Gewölbſteinen zur Unterlage dienen.

Leiter-Erſteigung (Escalade) muß dann mit dem Ueberfalle eines befeſtigten Ortes verbunden werden, wenn ſich hohe Stadt- oder Futtermauern finden. Bei einer halben Verkleidung von 6 Fuß Höhe aber bedarf es keiner Leitern, weil hier die zum Angriff beſtimmten Soldaten einander wechſelſeitig hinaufhelfen können. Die Leitern werden in der Nähe der zu überfallenden Feſtung verfertigt und bereit gehalten. Bei dem Sturm ſelbſt befinden ſich einige Zimmerleute und Schloſſer im erſten Peloton, um die Gatterthore mit ſo wenig Geräuſch als möglich zu öffnen; auch muß man mit Brettern oder Sturmbrücken verſehen ſeyn, um über die Cünette zu kommen, die man faſt in allen trocknen Gräben findet; ſollte jedoch der ganze Grund deſſelben moraſtig ſeyn, muß man ſich mit hinreichend

ſtarken Hurthen verſehen. Die Leitern werden — vorzüglich am Flankenwinkel und an den Kurtinen — zu 20 bis 30 nebeneinander angelegt, und ſobald die Soldaten auf der Bruſtwehr angekommen ſind, ſtellen ſie ſich ſchnell in Ordnung, und ſpringen auf den Wallgang herunter, um alles, was von dem Feinde herbei kommt, über den Haufen zu werfen. Es werden zugleich ſtarke Detaſchementer nach den nächſten Thoren geſchickt, um ſie zu öffnen, und die ſchon bereit ſtehende Kavallerie einzulaſſen. Daß der Angriff übrigens in mehrern Kolonnen und auf verſchiedenen Seiten geſchehen muß, iſt von ſich ſelbſt klar, um die Aufmerkſamkeit der Beſatzung zu theilen, und deſto leichter an einem oder dem andern Orte einzudringen. Prag ward auf dieſe Weiſe, ſeiner ſtarken Beſatzung ohngeachtet, von dem Marſchall von Sachſen mit den Franzoſen, Sachſen und Baiern erſtiegen und ohne bedeutenden Verluſt erobert.

Die Leitern werden entweder aus den umliegenden Ortſchaften genommen, und ſind alsdann gewöhnliche Feuerleitern; oder ſie werden, zweckmäßiger, eigends zu dieſem Behuf verfertigt. Sie müſſen ſowohl in den Bäumen, als in den Sproſſen ſtark genug ſeyn, um nicht unter der Laſt der mit ihrem Gewehr aufſteigenden Soldaten zu brechen; auch müſſen ſie genau die erforderliche Länge haben. Wären ſie zu kurz, würde man ſeines Zweckes verfehlen; zu lange Leitern hingegen können von den Vertheidigern des Walles leicht umgeworfen werden, weil ſie überhaupt, zu Verhütung des Zerbrechens, nicht ſehr ſchräge ſtehen dürfen. Bei mehr als 24 Fuß hohen Stadtmauern würden die Leitern der eben erwähnten Gefahr ſchon ausgeſetzt ſeyn; ſie können in dieſem Falle aus zwei Stücken beſtehen, von denen das untere um die Stärke der Leiterbäume breiter iſt, als das obere, und oben 2 eiſerne Büchſen hat, in welche die Bäume der oberen Leiter geſchoben werden. Dies iſt aber auch die einzige künſtliche Einrichtung, welche ſich bei den Sturmleitern anbringen läßt; denn alle andere Vorſchläge: ſie wegen bequemern Fortbringens ſo einzurichten, daß ſie zuſammengelegt werden können, oder (nach Bonneville) eiſerne Bäume mit Sproſſen von getheertem Tauwerk zu haben, ſind nicht anwendbar.

Leitrinne (Auget) iſt beſtimmt: die Zündwurſt der Minen aufzunehmen, und gegen äußere Beſchädigung und gegen das Eindringen der Feuchtigkeit zu ſchützen. Sie wird zu dieſer Abſicht aus 3 Brettern, 4 Zoll breit und 10 Linien ſtark, zuſammengeſetzt, und mitten auf der Schwelle der Vertrempelung mit Holzſchrauben befeſtigt. Oder ſie wird hier zwiſchen zwei auf jede Schwelle genagelten Klötzchen (taquets) feſtgehalten, um das durch das Aufnageln verurſachte Geräuſch zu vermeiden. Oben wird ſie mit einem ähnlichen, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll

breiten, 1 Zoll ſtarken Brette zugedeckt, und dieſes vermittelſt in die ſchon vorhandenen Löcher geſchobener hölzerner Pflöcke befeſtiget.

In feuchtem Boden muß die **Leitrinne** inwendig und auswendig mit warmen Pech beſtrichen werden, beſonders wenn die Vertheidigungsminen einige Zeit geladen ſtehen ſollen. Zu noch mehrerer Sicherheit wird ſie auch wohl in eine zweite, ebenfalls auswendig verpichte Rinne verſchloſſen.

Die 10 bis 12 Zoll lange, in den Kaſten reichende Leitrinne (der **Kaſtenzünder**), durch welche die **Zündwurſt** in jenen geführt und vermittelſt eines ſtarken Bindfadens oder hölzernen Pflockes mit ihrem Ende befeſtiget iſt, wird $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll im Loll im Lichten weit gemacht, um das Hindurchziehen der Zündwurſt zu erleichtern. Sie berührt das Ende der vorerwähnten Leitrinne, ſo daß die Zündwurſt in gleicher Richtung bis in den Kaſten fortgeht. In der **Leitrinne** ſind übrigens von 3 zu 3 Fuß Stücken Bindfaden genagelt, um die Zündwurſt darin feſtbinden zu können, daß ſie nicht den Boden berührt und ſich auch nicht während der Entzündung verſchieben kann.

Für die Zündwurſt der Schacht- und Fladderminen, deren Pulverkaſten ohne beſondere Kammer auf die Sohle des Schachtes geſetzt wird, wird die Leitrinne winkelrecht gebogen, Fig. 175. Tab. XV. Der kürzere Schenkel AB ruhet auf dem Pulverkaſten M, der längere Schenkel BC aber geht längs einer Seitenwand des Schachtes in die Höhe, und liegt hier zwiſchen den, auf die Rähmen genagelten hölzernen Fröſchen. In dem kurzen Schenkel iſt zugleich unten ein Loch angebracht, um die Zündwurſt durch daſſelbe in den Pulverkaſten ſchieben zu können. Der Deckel des kurzen ſowohl, als des langen Schenkels der Leitrinne wird mit ſchon vorher eingepaßten hölzernen Pflökkern, oder mit kupfernen Holzſchrauben angeheftet.

Lermplätze (places d'armes) ſind in Feſtungen 1) die vorſpringenden und eingehenden Winkel des bedeckten Weges (ſ. **Waffenplätze**); 2) die Verſammlungsörter der Beſatzung, wozu entweder die Markt- und andere freie Plätze, auch bisweilen der Raum in den Außenwerken, oder die Esplanade vor der Citadelle, beſtimmt werden. In den Laufgräben werden die **ganzen** und **halben Parallelen** auch mit dieſem Namen belegt (w. n. i.).

Leuchtkugeln (pots à feu, bombes à éclairer) werden bei der Vertheidigung der Feſtungen gebraucht: die Arbeiten der Belagerer zu entdecken; beſonders den Augenblick der Eröffnung der Tranſchee. Allein man ſcheint ein größeres Zutrauen auf

ſie zu ſetzen, als ſie wirklich verdienen, weil der Lichtkreis, den ſie um ſich her verbreiten, nur von ſehr geringem Umfange iſt. Nach den 1812 bei Neiße angeſtellten Verſuchen erhellt die Leuchtkugel das Terrain, ſo daß man einen arbeitenden Menſchen entdecken kann, nach Verſchiedenheit ihres Kalibers:

Kaliber der Leuchtkugeln	Durchmeſſer des erleuchteten Kreiſes auf 700 Schritt	Durchmeſſer des erleuchteten Kreiſes auf 300 Schritt.
50 Pfund	38 Schritt.	100 Schritt.
10	20	50
7	10	30

Bei 700 Schritt Entfernung läßt ſich nicht bemerken, was zwiſchen dem erleuchteten Orte und dem Beobachter geſchieht. Bei 300 Schritt aber kann letzterer noch bis auf 120 Schritt von der Leuchtkugel nach ihm zu, den arbeitenden Feind wahrnehmen.

Lichterhalter ward von dem Hrn. v. Humbold für die mit Stickluft angefüllten Bergwerke erfunden, in denen kein Licht fortbrennt, und iſt auch für den Minenkrieg anwendbar, um nach dem Sprengen einer Mine ſogleich in die Gallerie gehen zu können, noch ehe ſich der Pulverdampf aus derſelben verzogen hat. Dieſe Maſchine iſt ein blechnes, zylindriſches Gefäß, deſſen obere Abtheilung mit der untern, etwas größern vermittelſt einer Oeffnung Gemeinſchaft hat, die durch einen Hahn verſchloſſen werden kann. Auf dem Vorſtande der untern Abtheilung iſt ein hohler, meſſingener Zylinder, 2 Linien ſtark, angebracht, deſſen obere Oeffnung aber noch nicht $\frac{1}{8}$ Linie weit iſt. Der Zylinder läßt ſich, zu bequemerer Reinigung, auf den untern Theil des Gefäßes auf- und abſchrauben, und führt aus dem untern — mit friſcher Luft angefüllten — Theile des Gefäßes die Luft in die Flamme des geſtrickten Dochtes, der über den Zylinder gezogen und mit Talg umgoſſen iſt. Wird nun das obere Gefäß mit Waſſer angefüllt, die Lampe angezündet und der Hahn aufgedreht: ſo läuft das Waſſer durch letztern in das untere Gefäß und treibt die in demſelben befindliche Luft durch den Zylinder in die Flamme, die jetzt auch in der dickſten Luft hell und gleichförmig brennt. Da ohngefähr in jeder Minute 3 Würfelzoll Waſſer aus dem obern nach dem untern Theile des Gefäßes laufen, und eben ſo viel Luft aus demſelben verdrängen: ſo läßt ſich leicht hieraus die Größe des erſtern für eine verlangte Zeitdauer des Brennens der Lampe beſtimmen.

Man kann auch das untere Gefäß, anſtatt der athmoſphäriſchen Luft, mit Sauerſtoffgas anfüllen, um die Lampe heller

brennen zu machen. Oder, man hat eine blechne argandiſche Lampe mit einem Glaszylinder in der Mitte, an den ſich ein kupfernes Rohr mit einer mit Sauerſtoffgas gefüllten Blaſe anſchrauben läßt, aus welcher bei dem Oeffnen des dazu beſtimmten Hahnes das Sauerſtoffgas durch die Flamme ſtrömt.

Linien in der Befeſtigungskunſt ſind: das äußere und innere Polygon, die Capitale, die halbe und ganze Kehle, die Magiſtrale, der große und der kleine Halbmeſſer oder Radius, die Streichlinie, der Perpendikul, die Façen, die Flanken und die Kurtine. Man findet ihre Verhältniſſe und die Beſtimmungen derſelben unter den zugehörigen Worten (w. n. i.).

Linie des geringſten Widerſtandes, ſ. kürzeſte Widerſtandeslinie.

Litteratur der Kriegsbaukunſt, ſ. Schriften.

Lochſäge iſt ein bekanntes Werkzeug der Zimmerleute, das häufig von den Minirern gebraucht wird, weil ſich in den niedrigen Minengängen beſſer damit arbeiten läßt, als mit der gewöhnlichen Säge, deren Gerüſte empor ſteht.

Logementer (Logements) ſind die Verſchanzungen des Belagerers auf den von ihm eroberten Punkten. Sie beſtehen dem zufolge aus a) den couronnirten Minentrichtern; ſ. Couronnement. b) Den Logementern auf dem Glaçis, aus denen nachher die Breſchbatterien durch Verbreitung des Grabens verfertigt werden. (S. ebendaſ.) Da dieſe Logementer von dem Hauptwalle der Länge nach beſtrichen werden können, muß man ſie mit Traverſen r. Fig. 70. Tab. VI. verſehen. c) Den Logementern im bedeckten Wege ſelbſt, wenn wegen zu großer Breite deſſelben, oder wegen eines außerordentlich tiefen Grabens der Fuß der Futtermauern nicht anders entdeckt werden kann. Man geht demnach mit der ganzen Sappe, aus dem Logement auf dem Glaçis, hinter einer Traverſe des bedeckten Weges in denſelben hinein, und alsdann an der Futtermauer der Contreſcarpe, 18 Fuß von derſelben, entlang, indem man ſich bisweilen auch von oben durch Blendungen von Faſchinen und Erde gegen die feindlichen Steinwürfe deckt. Das Logement wird nachher weiter gemacht und zu Vollendung der Breſchbatterie an die Artillerie übergeben. d) Die Logementer auf den eroberten Außenwerken werden von Schanzkörben mit der flüchtigen Sappe erbauet, und müſſen Raum für die zur Beſatzung beſtimmten Soldaten haben. Bei ihrer nahen Lage am Haupt-

wall iſt das Beſchießen von der Seite, ja wohl ſogar im Rük-
ken zu befürchten, und bei der Führung der Bruſtwehr zu dem Logement darauf beſonders Rückſicht zu nehmen. Hat der Feind einen ſtarken Abſchnitt, oder ein ſtarkes Reduit in dem eroberten Außenwerke: ſo darf das Logement nicht in dieſes ſelbſt gelegt werden, ſondern man rückt es auf der Breſche von dem obern Rande des Abhanges ſo weit zurück, daß man von dem Abſchnitt aus nicht geſehen werden kann. Man geht hierauf mit der ganzen Sappe gegen letztern vor, um ein paar Kanonen gegen ihn aufzuführen, wenn dies wirklich nöthig werden ſollte. e) Auf der Breſche des Hauptwalles errichten die Belagerer ihre letzten Logementer, wenn ſie genöthiget ſind: jene zu ſtürmen und wegen eines ſtarken Abſchnittes nicht bis in die Feſtung dringen können. Dieſe Logementer werden noch während dem Fortgange des Sturmes mit der flüchtigen Sappe oben auf der Breſche errichtet. Sie haben immer die Form eines vorſpringenden Bogens, und müſſen am erſten Tage wenigſtens 100 Mann faſſen können, bis man im Stande iſt, den Graben zu verlängern und breiter zu machen, um die Beſatzung doppelt oder dreimal ſo ſtark in das Logement rücken zu laſſen.

Die Bauart der Logementer aller Art unterſcheidet ſich in Nichts von den Sappen (w. n. i.); denn ſie beſteht aus Schanzkörben, die mit Erde angefüllt ſind, und über die man oben eine oder zwei Faſchinen legt, und mit Sandſäcken Schießlöcher formirt. Es bedarf daher in dieſer Rückſicht keiner weitern Erläuterungen.

Luft iſt in den Minengängen durchaus unentbehrlich, damit in denſelben die Lichter brennen und die arbeitenden Minirer athmen können. Jedoch auch da, wo die unterirdiſche Athmoſphäre übrigens rein iſt, entſteht dennoch durch die Länge der Gallerien Stockung, und man hat bemerkt: daß in einer Tiefe von mehr als 20 bis 24 Fuß, ſo wie in Gängen, deren Länge 120 Fuß überſteigt, die Lichter nicht mehr helle brennen. Ganz beſonders aber wird die Luft durch das Sprengen einer oder mehrerer Kammern verdorben und zu dem Einathmen ungeſchickt; man iſt deshalb auf verſchiedene Mittel gefallen, ſie zu erneuern und die verdorbene durch friſche zu erſetzen. In den Defenſivminen ſind zu dem Ende an den Orten, wo mehrere Gallerien zuſammenſtoßen, Luftröhren (Events) aufgemauert, welche gemeinſchaftlich mit den Umfaſſungsgängen (Galleries d'Enveloppe) einen Luftzug in den Gängen verurſachen, und den Pulverdampf herausführen. Allein, dieſes Mittel findet nicht überall ſtatt, und läßt ſich bei ſchon fertigen Gegenminen nicht gut anbringen; ja, iſt der Feind im Beſitz des obern Terrains, zeigen ihm dieſe Luftlöcher die Richtung der Minengänge, die

er nun durch eingeworfene Kunſtfeuer verpeſten, oder durch Schachtminen eindrücken kann. Das Durchbohren der Decke vermittelſt des Erdbohrers, um die untere Luft mit der äußeren in Verbindung zu bringen, iſt nur ein Nothbehelf, und in der Nähe eines mit Pulverdampf erfüllten Ganges ebenfalls nicht ausführbar. Man bedient ſich daher der Wetterlotten, d. h. aus Brettern zuſammengeſchlagenen Röhren, 6 Zoll im Lichten weit, die aus dem mit Stickluft angefüllten Minengange heraus gehen, um vermittelſt ihrer und eines auswendig angebrachten Schmiedegebläſes friſche Luft in den Gang zu treiben und dadurch die verdorbene Luft oder den Pulverdampf zu verdrängen.

Anſtatt der Gebläſe bedient man ſich auch des Wetterrades, A. Fig. 176. Tab. XV., das in einem, von Brettern zuſammengefügten Kaſten außerhalb des Ganges oder des Minenſchachtes in der freien Luft angebracht, und durch einen Arbeiter, vermittelſt der daran befindlichen Welle, bewegt wird. Es ſteht durch die Wetterlotten G mit dem zu reinigenden untern Theile des Minenganges in Verbindung, um die von F eindringende athmoſphäriſche Luft durch den Umſchwung des 2 bis 2½ Fuß großen Rades hinunter zu treiben.

Halley's, von Rugi verbeſſerter Wetterſauger (Ventilateur) oder Luftzubringer beſteht aus einem halbzylindriſchen Gefäße, G. Fig. 177, in welchem eine Welle C mit einem Flügel D beweglich iſt. Zwei mit Ventilen verſchloſſene Oeffnungen AA dienen zu dem Einſaugen der Stickluft, und ſtehen deshalb durch die Wetterlotte mit dem untern Theile der Gallerie in Verbindung. Die andern beiden Ventilen B aber laſſen die eingeſogene mephitiſche Luft wieder heraus, je nachdem die Hebelſtange EF rechts oder links bewegt wird. Die Maſchine muß zu dem Ende ganz im Freien vor dem Minengange ſtehen, oder doch vermittelſt einer zweiten Wetterlotte mit der äußern Luft Gemeinſchaft haben.

Zu ähnlichem Gebrauch hatte der Herausgeber der Oekonomiſchen Hefte ſchon im Jahr 1797 eine Saugepumpe für die Bergwerke vorgeſchlagen, der die von dem franzöſiſchen Ingenieur-Hauptmann Gillot angegebene ſehr ähnlich iſt. Die eine, wie die andere, beſteht aus einem oben und unten verſchloſſenen Pumpenrohre, in dem ſich der Stempel mit dem Kolben auf- und ab bewegt. Das 12 Zoll weite, 3 bis 4 Fuß hohe Rohr hat unten eine Oeffnung mit Schraubengewinden, um einen luftdichten Schlauch anſetzen zu können, der bis in den mit mephitiſcher Luft oder mit Pulverdampf angefüllten Minengang reicht. Eine andere, im Deckel des Kaſtens befindliche Oeffnung läßt die eingeſogene Stickluft heraus, die durch 2 in dem Kolben angebrachte und gleich den beiden vorer-

wähnten mit Ventilen verſehene Oeffnungen bei dem Niederdrük-ken des Kolben über denſelben gekommen iſt. Dieſer Wetter-ſauger ſcheint unter allen am anwendbarſten zu ſeyn, weil ſich das Pumpenrohr aus Kupfer leicht und beweglich genug machen läßt, um mit dem Minirgeräthe im Felde mitgeführt werden zu können. Mehr zuſammengeſetzte Maſchinen, wie der Baaderſche Wetterſatz, deſſen man ſich auf den Bergwerken am Harz bedient, ſind zu künſtlich und erfordern zu viel Raum, als daß ſie für den Minenbau brauchbar ſeyn könnten.

In den Defenſivminen wird man ſich jedoch bisweilen der Windöfen mit Nutzen bedienen können, um die entweder ſchon vorhandenen, oder durch das Verbrennen des Schießpul-vers entſtandenen irreſpirabeln Gasarten herauszuſchaffen. Man leitet nämlich die letztern durch eine, an der Decke des Minen-ganges befeſtigte Wetterlotte, A, die ſich unten gegen die Sohle der Gallerie trichterförmig erweitert, nach einem Wind-ofe B an der Seite des Minenſchachtes, und durch das, in demſelben auf einem eiſernen Roſte C brennende Feuer hindurch, Fig. 178. Tab. XV. Es iſt klar: daß die durch das Feuer oben verdünnte Luft fortwährend durch andere von unten erſetzt wird, und daß daher ein ſtarker Luftſtrom entſtehen muß, der den Mi-nengang in kurzer Zeit von den mephitiſchen Dünſten reinigen wird. (Man ſehe auch Reſpirationsmaſchine.)

Da in langen und tiefen Minengängen die ſtockende Luft, wenn ſie auch nicht an ſich ſelbſt irreſpirabel iſt, auch durch die Ausdünſtungen der Arbeiter und durch den Dampf der Lichter verdorben wird: muß man zu der Arbeit ſelbſt nur ſo wenig als möglich Arbeiter anſtellen; auch nicht erlauben: daß ſie bei der Arbeit Tabak rauchen. Die Leuchten der Minirer müſſen nicht durch Oel, ſondern durch Talg, mit einem ſtarken Zuſatz von Wachs, unterhalten werden. Ja, Belidor will die Rameaux und Uebergänge durch die Refraction ſtarker Reverben erleuch-ten, die ſich in den Vertheilungsgewölben befinden ſollen. Die durch den Hohlſpiegel A zurückgeworfenen Lichtſtralen der Doppellampe B werden nämlich in dem Linſenglaſe C geſam-melt, damit ſie vereint in den Spiegeln D, E, F zurückgewor-fen werden und den Punkt M beleuchten können. Es wäre wohl der Mühe werth, durch Verſuche zu beſtimmen: wie viel die Lichtſtralen bei dem Anprallen von ihrer Intenſität verlieren, und ob der Wiederſchein in M ſtark genug iſt, um aller andern unmittelbaren Beleuchtung entbehren zu können. In langen Minengängen würde man vielleicht dadurch die intermediaire Be-leuchtung durch Laternen vermeiden können, und bei der Fort-ſchaffung des Pulvers nach der Minenkammer, ſo wie bei dem Laden der letztern um ſo weniger Gefahr zu beſorgen ſeyn.

Lünetten ſind ſchon oben (Artik. Brillen) nach ihrer Beſtimmung und Anlage beſchrieben worden. Es würde daher hier nur noch eine Conſtruction dieſes Außenwerkes nach dem Oberſten Dorat anzuführen ſeyn, wenn es in den Graben zwiſchen das Ravelin P und die Couvreface Q gelegt werden ſoll. Hier bekommt dieſe Brille 12 Ruthen zur halben Kehle AB. Fig. 180. Tab. XV., und ihre Façen CF ſtehen ſenkrecht auf der Couvreface bis an die Contreſcarpe derſelben, wo der Punkt D fünf Ruthen von F herausgerückt wird, und nun die Länge der vordern Façen DG beſtimmt, je nachdem der vorſpringende Winkel mehr oder weniger ſtumpf werden ſoll. Die hintern Façen werden 12 Fuß, bis H verlängert, und geben dadurch Raum für ein, durch den Orillon DK gedecktes Geſchütz, um in die Breſche im Ravelin, oder in die Couvreface, zu ſchießen. Eine mit Schießlöchern verſehene Mauer RR, oder anſtatt derſelben eine Caponiere, dient als Retirade, von wo die Beſatzung noch dem Feinde das Logement in der Brille erſchweren kann. Belair (Elemens de fortification) hält dieſe Brillen mit Flanken, oder vielmehr mit zurückgezogenen Façen, für ſehr vortheilhaft, und glaubt; daß ſie in vielen Fällen die Rolle des Ravelins vertreten könnten, wie ſie auf verſchiedenen Polygonſeiten von Bergen op Zoom, am Fort Iſabelle bei Herzogenbuſch, und am Fort St. George zu Madras angewendet worden ſind; wir werden daher weiter unten ihrer weitläuftiger erwähnen. (S. Ravelin und Vorwerke.)

Lunte (Mèche) wird zwar von der Artillerie verfertigt, und an die Minirer abgegeben; da es jedoch bei dieſen gar ſehr darauf ankommt: daß die Zündungen der Minen nicht fehlſchlagen, ſcheint es hier nöthig: die erforderliche Beſchaffenheit der Lunte zu dieſem Behuf anzugeben. Sie muß ſich nämlich leicht entzünden, und ſelbſt bei feuchtem Wetter, ohne zu ſprützen, oder zu verlöſchen, ſtille fortbrennen, indem ſie zugleich eine ſpitze und harte Kohle bildet, die dem Druck gegen einen feſten Körper widerſteht. Bei der Unterſuchung der Lunte dürfen ſich kein unreines oder verdorbenes Werg, grobe Stengel oder Blätter in der Mitte finden; auch ſich keine Merkmale von Fäulniß oder Feuchtigkeit im Innern der Lunte zeigen. 4 bis 5 Zoll Lunte brennen eine Stunde, und 24 Fuß oder 4 Klaftern wiegen ohngefähr 1 Pfund.

M.

Maaße der verſchiedenen Länder ſind bei den Fortificationsarbeiten beinahe dieſelben, welche von den Artilleriſten ge-

braucht werden, und ſchon oben im Wörterbuch der Artillerie aufgeführt ſind. Das gewöhnlichſte Maaß bei dem theoretiſchen Feſtungsbau iſt der alte Pariſer oder königliche Fuß, zu 144 Linien, und die Toiſe zu 6 Fuß. Man findet faſt in allen, oder doch in den meiſten ältern Fortificationswerken die Angaben in dieſem Maaße, das auch ſelbſt da, wo man ſich eines andern Maaßes bedient, als Vergleichungs- und Beſtimmungszahl angenommen iſt.

Die Quadrat-Toiſe hat demnach 36 Quadrat-Fuß, und die Kubiktoiſe 216 Würfelfuß.

Die zur Zeit der Republik in Frankreich eingeführten und unter Bonaparte beibehaltenen neuen Maaße ſind:

1 Myriamèter = 10 Kylomèter = 100 Hectomèter = 1000 Decamèter = 10000 Mèter.

1 Mèter = 10 Decimèter = 100 Centimèter; oder nach altem Maaß:

1 Mèter	= 3 Fuß	— Zoll	11,44 Lin.	= 3,079′	=	36,948″.
1 Decimèter	= — „	3 „	8,34 „	= 0,307′	=	3,695″.
1 Centimèter	= — „	— „	4,32 „	= 0,030′	=	0,369″.

Als Flächenmaaß iſt 1 Are = 10 Deciare = 100 Centiare = 100 Quadrat-Mètres = 948 Quadrat-Fuß.

1 Centiare oder Quadr. Mèter =	9′ 5″ 9,40‴	= 9,48 Quadr. F.
1 Quadr. Decimèter =	— 13″ 7,80‴	= 13,658 □Zoll.
1 — Centimèter =	— — 0,60‴	= 0,050 □Zoll.

Für das Körpermaaß iſt:

1 Kub. Mèter =	29′ 2″ 4,80‴ Kub.	= 29,20 Würfelfuß.
1 — Decimèter =	— 50″ 5,40‴	= 50,448 Würfelzoll.
1 — Centimèter =	— — 0,60‴	= 0,050 ——

Bei Beſtimmung des Gewichtes der Minenladungen und Baumaterialien iſt ein Kub. Decimèter = 0,91 Kilogrammes = 1 Pfd. 13 $\frac{80}{100}$ Unzen Pariſ. = 1,87 Pfd., denn

1 Kilogramme = 2 Pfd. — Unz. 5 Gros 49 Gran = 37,7 Unzen. Pariſ. Markgewicht = 2 Pfd. 4 Lth. 1 $\frac{395}{4685}$ Quent Berliner Handelsgewicht = 2 Pfd. 1 Loth 3 $\frac{15839}{7778347}$ Quent Hannov.

1 Pariſer Würfelfuß = 34,25 Kub. Decimèter wiegt 31,32 Kilogrammen = 64 Pariſ. Pfd. Pulver.

In den Preußiſchen Staaten iſt als Baumaaß der Rheinländiſche Duodezimal-Fuß = 139,13 Linien des Pariſ. Fußes.

12 Fuß ſind 1 Ruthe = 1669,56 Pariſ. Lin.

6 Fuß ſind 1 Klafter, Lachter oder Enden.

1 Quadrat-Ruthe iſt = 144 Quadratfuß.

1 Kubik-Ruthe = 1728 Würfelfuß.

1 Schachtruthe aber, nach der aller Erdbau und gewöhnlich auch das Mauerwerk berechnet wird, hält 144 Würfelfuß.

Bei den Feſtungsbauten wird jedoch das Mauerwerk auch nach Kubiktoiſen zu 216 W. Fuß ausgemeſſen.

Für die Feldverſchanzungen bedient man ſich auch des Schrittmaaßes, 1 Schritt zu 2 Dezimalfuß oder $\frac{1}{3}$ Ruthe gerechnet.

In den Oeſterreichiſchen Staaten wird nach Klaftern zu 6 Wiener Fuß gemeſſen; ein Fuß iſt 140,13 Pariſ. Linien, und eine Quadr. Klafter = 34,1 Pariſ. Quadr. Fuß.

Die Sächſiſche Ruthe hält 7 Ellen 14 Zoll, oder $15\frac{1}{6}$ Fuß zu 125,3 Pariſ. Linien Landmaaß. Für den Feſtungsbau bedient man ſich hier jedoch der alten franzöſiſchen Toiſe.

Der Engliſche Yard iſt 3 Fuß, jeden zu 135,1 Par. Linien. Die Ruſſiſche Arſchine iſt 315,4 Pariſ. Linien.

Machicoulis, ſ. Zinnen.

Madrillbret (Madrier) dient zu dem Anſchrauben der Petarde (w. n. i.) und verſchließt die Mündung derſelben, zu welchem Ende ſich in ſeiner Mitte eine Vertiefung von dem gehörigen Durchmeſſer findet. Es iſt gewöhnlich von Eichenholz, 18 Zoll breit und lang, 2 Zoll ſtark, und übers Kreuz mit eiſernen Bändern beſchlagen. Oben hat es in der Mitte einen Ring oder ein Augenband, womit es an den, in das Thor geſchraubten Haken gehangen wird. Weil ſich jedoch das Einſchrauben dieſes Hakens nur mit viel Schwierigkeit und Gefahr bewerkſtelligen läßt, beſonders wenn das Thor mit Blech beſchlagen iſt, würde es vortheilhafter ſeyn: das Madrillbret nur 12 oder 14 Zoll breit; aber 4 bis 5 Fuß lang zu machen, und die Petarde auf dem obern Theil zu befeſtigen. Man wird nun das Madrillbret blos an das Thor lehnen und oben vermittelſt eines ſtarken Holzſtückes anſteifen dürfen, um die gehörige Wirkung zu bekommen.

Magazine (Magasins) zu Aufbewahrung des Mehles, Getraides und der Lebensbedürfniſſe aller Art ſind in einer Feſtung um ſo nothwendiger, als dieſe Dinge genau in eben demſelben Maaße, wie die Feſtungswerke ſelbſt, das Widerſtandsvermögen motiviren. Iſt demnach die Feſtung nicht mit trocknen und luftigen Kaſematten verſehen: muß man andere Gebäude durch darüber gelegte Balken und darauf geſchüttete Erde bombenfeſt machen, um darinnen das Mehl, das Getraide, das eingeſalzene Fleiſch, die trocknen Fiſche und Gemüſe, die vorräthigen Kleidungsſtücke, Schuhe ꝛc. unterzubringen.

Die dazu beſtimmten Gebäude müſſen gute und feſte Mauern, von 30 bis 36 Zoll Dicke haben; denn ſchwächere Mauern würden den vereinten Druck der Balken und Erde nicht

tragen können. Man ſucht zugleich ſolche Gebäude aus, die durch die Wälle, oder durch andere vorſtehende Gebäude möglich gegen die feindlichen Kanonenſchüſſe gedeckt ſind. Bei zweiſtöckigen Häuſern verblendet man den obern Stock, um auf dieſe Weiſe mehr geſicherten Raum zu bekommen (ſ. Bombenfeſt); man läßt zugleich das Dach darauf, damit der Regen nicht eindringen und die Balkendecke, ja wohl auch die in dem Gebäude verwahrten Vorräthe, verderben kann. Die Fenſter werden mit 6 Zoll ſtarken Holzſtücken zugeſetzt, die 4 Zoll Zwiſchenraum haben; die Schornſteine werden abgetragen, bis unter das Dach, und ebenfalls oben verblendet. Cormontaigne will die beiden ſich kreuzenden Balkenlagen von 12 Zoll Stärke noch mit 2 Lagen Scheitholz von 6 bis 8 Zoll Durchmeſſer, und zuletzt mit 2 Fuß hoch Miſt bedecken; es ſcheinen jedoch 2 Balkenlagen, mit 3 Fuß hoch Erde bedeckt, völlig hinreichend zu ſeyn.

Weil dieſe doppelte Balkenbedeckung jedoch einen ſehr bedeutenden Holzaufwand verurſacht: hat der franzöſiſche Ingenieur Sennermont vorgeſchlagen: anſtatt der Balken nur 3 bis 4 Zoll ſtarke und 12 Zoll breite Bohlen anzuwenden, die neben einander mit 4 Zoll weiten Zwiſchenräumen gelegt werden. Die beiden, auf dieſe Weiſe ſich kreuzenden Lagen Bohlen werden oben mit Faſchinen, Strauchwerk oder Erde bedeckt, damit die darauf geſchüttete Erde nicht hindurchfallen kann. Fig. 181. Tab. XV. Um zugleich den Mauern des Gebäudes mehr Widerſtand gegen die Erſchütterung von den auf die Decke ſpringenden Bomben zu verſchaffen, ſcheint es nothwendig: außerhalb Steifen A und B anzuſetzen, die durch Queerriegel verbunden ſind, C, und ſich ſowohl an der Mauer D, als auf dem Boden E an ein Holzſtück ſtützen. Da die Deckbohlen eben ſo weit, und weiter noch auseinander liegen, als ſie ſtark ſind: muß auch nothwendig nur die Hälfte des Holzes zu dieſer Art Bedekkung erfordert werden, obgleich ihr Widerſtand eben ſo groß iſt, als der der vollen Bedeckung. Bei der Wichtigkeit dieſes Gegenſtandes wäre es wohl der Mühe werth: die Wahrheit dieſes theoretiſchen Satzes durch Verſuche zu prüfen.

Anſtatt der vorerwähnten Stützen kann man auch das ganze Gebäude auswendig mit ſchräge angelehntem Rundholz von 18 Zoll Stärke verblenden, das nur auf zwei Seiten beſchlagen iſt, um es dicht aneinander legen zu können und den Truppen zum ſichern Aufenthalt zu dienen, während es die Thüren und Fenſter des Magazin-Gebäudes beſchützt. Soll es jedoch dieſen Zweck allein erfüllen, und daher kein Dach gegen die Witterung geben, kann man die Hölzer 3 oder 4 Zoll auseinander legen, und es iſt unnütz, ſie zu beſchlagen, wenn ſie es nicht vielleicht ſchon ſind. Wegen des großen Holzbedarfs dieſer Art ſchräger

Blendungen wird man ſie nur ſelten anwenden können, und ſich gewöhnlich begnügen müſſen: blos die Thüren und Fenſter der Magazine auf dieſe Art zu ſichern.

Die Größe der Magazine wird nothwendig durch die Menge der unterzubringenden Vorräthe beſtimmt. Für das Getreide bedarf man auf 1 Berliner Scheffel $1\frac{1}{3}$ Würfelfuß, und zu 1 Winſpel oder 24 Scheffel 42 Würfelfuß. Dieſe ſind gleich 110 Rationen Hafer, oder 135 Rationen Gerſte, oder 195 Rationen Roggen.

Das Mehl wird gewöhnlich in Fäſſern aufbewahrt, die auf den obern Stockwerken in 2 Reihen, auf der Erde aber dreifach, übereinander liegen können. Ein Faß enthält gewöhnlich 450 Pfd., oder 6 Scheffel, und giebt bei dem Verbacken 600 Pfd. Brod. Iſt ein Faß 3 Fuß lang und 2 Fuß im Durchmeſſer ſtark: wird es 6 Würfelfuß Raum einnehmen; auf 36 Quadratfuß können demnach 15 Fäſſer in 3 Lagen übereinander untergebracht werden. Liegen die Fäſſer auf dieſe Art in doppelten Reihen mit $\frac{1}{2}$ Fuß Zwiſchenraum, damit die Luft frei durchſtreichen kann: muß zu beiden Seiten ein freier Gang gelaſſen werden, der 1 Fuß breiter iſt, als die Länge eines Faſſes.

Die trocknen Gemüſe werden eben ſo, wie das Mehl, in Fäſſern aufbewahrt, und es iſt daher leicht, auch den für ſie erforderlichen Raum zu beſtimmen.

Auf gleiche Weiſe verhält es ſich mit dem gepökelten Fleiſch, den Heringen u. dgl. Die getrockneten Fiſche hingegen müſſen an einem luftigen Orte untergebracht werden, wo ſie nicht von der Sonne beſchienen werden können. Die Flüſſigkeiten: Wein, Bier, Brandtewein, Oel ꝛc. finden hinreichenden Raum in den Kellern der öffentlichen Gebäude, oder großer Bürgerhäuſer, wo die Bomben bei nur einigermaaßen ſtarken Gewölben niemals hindurchdringen.

Das Brennholz wird auf der, dem feindlichen Feuer nicht ausgeſetzten Seite der Feſtung im trocknen Graben, hinter dem Ravelin, oder im innern Raume eines hohlen Bollwerkes, oder an irgend einem etwas entfernten Orte aufgeſetzt. Man wird nur ſelten gezwungen ſeyn, es unter Dach zu bringen, das auch — wegen der zu befürchtenden Feuersgefahr — nicht geſchehen darf, wenn es nicht in einem bombenfeſten Gebäude möglich iſt. Eine Klafter Brennholz nimmt gewöhnlich 216 Würfelfuß Raum ein.

Für das Heu und Stroh müſſen nothwendig auch bombenfeſte Behältniſſe vorhanden ſeyn, weil dieſe Materien wegen ihrer großen Entzündbarkeit dem Verbrennen zu ſehr ausgeſetzt ſind.

1 Centner Heu nimmt 30 Würfelfuß, und 1 Centner lang Stroh, oder 5 Gebund, 21 Würfelfuß Raum ein; hieraus

kann man denn leicht die erforderliche Größe der Behältniſſe finden.

Magiſtrale (ligne Magistrale) iſt diejenige Hauptlinie, welche den Umriß der Feſtungswerke ausmacht, ohne die Stärke der Wälle, Böſchungen ꝛc. anzudeuten. Fig. 102. Tab. VIII. Sie geht auf dem Mauerbande hin, C, und ſtellt die ſenkrechte Ebene PE Fig. 112 dar.

Die Magiſtralgallerie, bei den Defenſivminen, gehet längs der Contreſcarpe, auf deren Futtermauer gewöhnlich die eine Seite ihres Gewölbes ruhet. Von ihr aus verbreiten ſich die übrigen Minengänge (Rameaux) unter das Glaçis.

Mantel, ſ. oben Enveloppe und Cöhorn.

Mantelets, ſ. Schirme.

Marchi, einer der erſten und größten Kriegsbaumeiſter des ſechszehnten Jahrhunderts, aus deſſen reichen Ideen mehrere ſpätere Ingenieure den Hauptumriß ihrer Syſteme geſchöpft haben, war ein Edelmann aus Bologna. Er hat um das Jahr 1546, als Kriegsbaumeiſter Pabſtes Paul III., Rom befeſtigen helfen, und nachher als Commiſſarius der Artillerie des Herzogs Ottavio Forveſe die Aufſicht über die Pulvermühlen des Herzogthums Parma geführt. Sein ziemlich ſeltenes Werk über die Fortification (Della architectura militare, del Capitaneo Francesco de Marchi. Libri tre. Brescia 1599) hat er im Jahre 1545 zu Rom angefangen und 565 in Brüſſel vollendet. Alle Außenwerke der Neuern: die halben Monde, Brillen, Zangenwerke, Tenaillons, Enveloppen ꝛc. findet man hier unter verſchiedenen Zuſammenſetzungen. Ausführliche Nachricht von dieſem merkwürdigen Buche, von dem jetzt in Italien eine neue Prachtausgabe erſchienen iſt, findet ſich in Böhms Magazin, III. Bd. S. 193.

Masque, ſ. Verdeckte Batterien.

Materialien-Depot zu einer Belagerung; ſ. Belagerungsentwurf und Depot.

Mauerband oder Mauerkranz (Cordon) iſt eine Reihe flacher Bruchſteine, oder beſonders zu dieſem Zweck geformter, flacher Ziegel, die vorn rund ſind, ſo daß ſie bei 1 Fuß Höhe 5 bis 6 Zoll vorſpringen und abwechſelnd 24 Zoll und 3 Fuß in die Mauer hinein gehen. Der ganze obere Theil der Futtermauern, auf denen die Erde des Walles liegt, muß mit einer

Lage waſſerfeſtem Mörtel bedeckt werden. Oder man ſetzt oben eine Reihe flacher Ziegel in waſſerfeſten Mörtel, um das Eindringen der Feuchtigkeit aus der aufgeſchütteten Erde zu verhindern.

Mauerbrecher oder Sturmbock (bélier) war nichts andres, als ein zwiſchen ein Gerüſt aufgehangener großer Balken, mit dem man gegen den Fuß der Stadtmauer ſtieß, um ſie einzuſtürzen. Späterhin belegte man die großen Geſchütze mit dieſem Namen, die insbeſondere zu den Breſchbatterien beſtimmt waren.

Mauerlatte iſt ein Rähmen, welcher bei maſſiven Gebäuden auf die Abſätze der Umfaſſungsmauern geſtreckt worden, um die Köpfe der Balkenlagen zu den Fußböden zu tragen, und ihnen eine gleiche Unterlage zu verſchaffen. Die Mauerlatte iſt gewöhnlich 4 bis 5 Zoll breit und 4 Zoll hoch, und liegt am beſten um ½ Stein tief in der Mauer, damit dieſe nach dem Verfaulen der Mauerlatte nicht inwendig ohne Unterſtützung iſt und ſich ſenken kann. Die Balken werden auf ſie aufgekämmt (ſ. Verzahnung) und dergeſtalt eingetheilt: daß ſie nicht unter 3 und nicht über 4 Fuß, nach Verhältniß ihrer Stärke und der Laſt, welche das Gebäude tragen ſoll, auseinander liegen. Weil nun die Köpfe dieſer Balken ſowohl, als die Mauerlatte, aus Mangel an Luft ſehr bald ſtocken und faul werden, welches noch durch den Kalk vermehrt wird: muß man das Holz überall da, wo es die Steine berührt, entweder mit Lehm vermauern, oder noch beſſer: die Steine ganz trocken herumſetzen. Das Ueberſtreichen mit warmen Theer wird zwar ebenfalls zu dieſem Entzweck empfohlen, iſt aber nicht hinreichend.

Mauerverband heißt die Zuſammenfügung der Mauerziegel oder Bruchſteine, um der aus ihnen aufgeführten Mauer eine größere Feſtigkeit zu geben. Die Verbindung der Steine in den Gewölbebögen, und die Form, welche ſie zu dieſer Abſicht haben müſſen, um durch den Druck des Gewölbes nicht aus ihrer Lage verrückt zu werden (la coupe des pierres) gehört ebenfalls hierher; obgleich man öfterer nur die Lage der Steine in ſenkrechten Mauern darunter verſteht.

Bei dieſen iſt die erſte Hauptregel: daß die Stoßfugen jeder Schicht oder Lage durch die ganze Dicke der Mauern gehen, mit den Fugen der darunter und darüber liegenden Schichten dergeſtalt abwechſeln müſſen, daß nie zwei ſenkrechte Fugen aufeinander treffen. Bei dieſer Lage der Steine wird zugleich der Vortheil erreicht: daß jede durch die Dicke der Mauer laufende Fu-

ge auf einem vollen Steine ruhet, und daß — wenn eine ſolche Mauer zum Theil abgebrochen wird, die nun erzeugte Verzahnung oder Abtreppung das Anſetzen eines neuen Mauerſtückes erleichtert.

Die nach der Länge der Mauer gelegte Reihe Steine a, Fig. 182. Tab. XV. heißen Laufer (panneresse), die nach der Breite liegenden b aber Strecker oder Binder, auch Kopfziegel (boutisse). Liegen endlich die Läufer auf der ſchmalen Seite, heißt es eine Rollſchicht, die immer da gebraucht wird, wo die Mauern oben eingezogen werden ſollen, wie an den Fenſterbrüſtungen und bei den Grundmauern, wo Mauerlatten mit den Balkenlagen darauf ruhen ſollen.

Durch die Zuſammenſetzung dieſer verſchiedenen Arten der Steinlagen entſteht nun der eigentliche Mauerverband, der den Namen des Blockverbandes bekommt, wenn er unten mit einer Streckſchicht A, Fig. 182. Tab. XV. anfängt, auf der eine Laufſchicht B liegt, und ſo abwechſelnd bis zu Vollendung der Mauer. Bei Gebäuden wird zu Erleichterung des Verbandes gewöhnlich neben dem Eckſtein m in jeder Schicht ein Quartierſtück d (w. n. i.) gelegt; oder beſſer: man legt zwei Dreiquartierſtücken auf der Ecke einmal als Laufer und das andere mal als Strecker, wodurch man mehr Feſtigkeit erlangt und die Steine nicht ſo ſehr verhauen darf. An den Futtermauern der Feſtungswälle werden jedoch die Ecken immer von gehauenen Quaderſteinen aufgeführt; die Mauer ſelbſt mag aus Bruch- oder Ziegelſteinen beſtehen. Da dieſe Quadern immer abwechſelnd als Strecker und Laufer, Fig. 183. eingelegt werden, ſo iſt klar: daß ſie ſich dadurch mit dem übrigen Theil der Mauer verbinden.

Bei ſtärkeren Mauern von 1½ bis 3 Mauerziegellängen iſt der Verband durch Abwechſelung der Laufer und Strecker in jeder Schicht zu bewirken, ſo daß man auf einer Fronte der Mauer A die Laufer a vorn und die Strecker b hinten leget, auf der andern aber umgekehrt verfährt, indem man zugleich durch eingelegte Dreiquartierſtücken f mit den Fugen abwechſelt. In der darauf ſtehenden zweiten Schicht kommen alsdann die Laufer auf die untern Strecker und dieſe wieder auf jene zu liegen, B, Fig. 184. Man kann zwar den Verband auch noch auf andere Art machen; er gewährt aber alsdann entweder nicht dieſelbe Feſtigkeit, weil die obern Fugen — wenigſtens zum Theil — über den untern liegen, oder weil mehr Quartierſtücken eingelegt werden müſſen, wobei viel Steine bei dem Verhauen in den Bruch fallen, wenn nicht eigends gebrannte Dreiviertel-Quartierſtücken vorhanden ſind.

Mauern von 2 Ziegeln Dicke werden nach Gilly (Handbuch der Landbaukunſt) am beſten ſo verbunden: daß auf der

Ecke 4 Dreiviertelquartiere ff, Fig. 185. zu liegen kommen, und daß die Laufer in der untern Lage A mit den Streckern in der obern Lage B abwechſeln. Den beſten Blockverband für 3 Steine dicke Mauern endlich zeigt Fig. 186; weil hier ebenfalls blos Dreiviertelquartiere zu Abwechſelung der Fugen angewendet ſind.

Eine noch größere Feſtigkeit des Mauerwerkes gewährt der Kreuzverband, wo die unterſte Schicht A, Fig. 187. aus Laufern a mit einem eingelegten Strecker b, die zweite Schicht B aus Streckern b mit einem Quartierſtück, und die dritte nur aus Laufern C beſtehet. Auf dieſe folgen die übrigen Schichten B, A, B, C, B, A, C u. ſ. w. und gilt auch hier der allgemeine Grundſatz: daß die Stoßfugen x allezeit durch die ganze Stärke der Mauer gehen.

Zu einer $1\frac{1}{2}$ Stein ſtarken Mauer ſind zu dem Kreuzverbande 4 verſchiedene Schichten nöthig, A, B, C, D, Fig. 188. wo die Fugen der Laufer a durch das Kopfſtück g abwechſeln, das in der erſten und vierten Schicht eingelegt wird. Die Steinlagen kommen dann in folgender Ordnung übereinander: A, B, C, D, C, B u. ſ. f. und findet dieſe Art bei allen Mauern von $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$ und $3\frac{1}{2}$ Stein Dicke, ihre Anwendung.

Bei 2 Stein dicken Mauern werden, außer den Quartierſtücken dd auf den Ecken, Fig. 189., in der dritten Lage zwei Kopfſtücken gg angebracht, um die Verwechſelung der Fugen zu bewirken. So wird auch bei allen noch ſtärkern Mauern verfahren. Um jedoch den Futtermauern der Feſtungswerke einen noch größeren Widerſtand gegen die Stückkugeln und gegen den Druck der Erde zu geben: werden die Steinlagen auf die Fig. 190 vorgezeichnete Weiſe abgewechſelt, bei der die Mauerdicke gleichgültig iſt, weil die Füllung der Mauer aus einander kreuzenden Steinen beſteht, die wieder mit Laufern und Streckern abwechſeln. Auch bei den Seitenmauern der Schleuſen gewährt dieſer Verband große Feſtigkeit, um der Gewalt des Waſſers und dem Eisſtoße zu widerſtehen. Man ſieht leicht: daß hier die übrige Mauer — wenn ſonſt Steine und Kalk von guter Beſchaffenheit ſind — nicht nachrollen kann, wenn auch vorn ein Theil der Mauer herunter geſchoſſen worden iſt. Aus dieſem Grunde verwirft auch Cornelius Redelikheit (Abhandlung über die Mauerarbeit an Feſtungswerken) die Laufer a hier ganz, und will dagegen eine neue Art Strecker anwenden, die $1\frac{1}{2}$ mal ſo lang ſind, als die gewöhnlichen Steine, um dadurch das Abwechſeln der Fugen zu bewirken.

Wenn man ſich der unregelmäßigen Bruchſteine zu den Futtermauern bedient, wird gewöhnlich eine Einfaſſung von gehauenen Steinen gemauert, Fig. 191. A; der innere Raum aber mit Bruchſteinen und dazwiſchen gegoſſenen Kalk ausgeſchüttet,

Man findet dieſe Art Verband (gewöhnlich unter dem Namen des polniſchen bekannt) häufig an den alten Mauern der Städte und Schlöſſer. Man bemerkt jedoch: daß ſich bisweilen ganze Stücken von der äußern Bekleidung ablöſen und herunter fallen; und daß überhaupt dieſer Verband nur bei einer vorzüglichen Beſchaffenheit der Baumaterialien Widerſtand und Dauer gewähret. Man ſollte ſich dieſes Verfahrens nur in dem Falle bedienen, wenn man bei dem Mangel andern Steinwerkes einen bedeutenden Vorrath grober Bruchſteine hat, deren Härte das regelmäßige Behauen derſelben nicht geſtattet. S. Steine, künſtliche.

Bei dem Mauern der Gewölbebögen wird der Verband ſowohl durch die zweckmäßige Form der Steine, als durch ihre wechſelſeitige Lage im Gewölbe erhalten. Da nämlich die rechteckigen Bruchſteine und Mauerziegel, wenn ſie mit ihren Seitenflächen nebeneinander liegen, nothwendig eine gerade Mauer bilden: können ſie die Form eines Gewölbes nur dann hervorbringen, wenn ſie eine unterwärts keilförmige Geſtalt bekommen. Bei den Mauerziegeln, deren Stärke im Verhältniß der Weite großer Bögen gewiſſermaaßen nur als unbedeutend anzuſehen iſt, wird jene keilförmige Geſtalt durch das Verhauen leicht erhalten; doch darf es nie über 1 Zoll betragen, wenn der Ziegel nicht zu ſchwach werden ſoll. Bei den regelmäßigen Bruchſteinen hingegen muß jeder Theil des Gewölbes die dem Bogen deſſelben entſprechende Geſtalt haben, und ſchon vorher zweckmäßig behauen ſeyn.

Um nun dieſes zu bewirken, muß aus der Form des Gewölbes der Brennpunkt deſſelben beſtimmt werden, in welchem ſich die verlängerten Seitenflächen aller Gewölbſteine vereinigen. An den halbkreisförmigen Bögen liegt der Brennpunkt immer auch im Mittelpunkte des Kreiſes; man darf daher nur den letztern in eine ungleiche Anzahl Theile zerſchneiden, A, 1, 2, 3, 4, 5, B, und aus dieſen Punkten Linien nach dem Mittelpunkte ziehen, C. Fig. 192., um die Geſtalt der einzelnen Gewölbſteine 2 3. 3 4 zu bekommen, deren jeder aus 2 geraden a, 2 ſchrägen b, einer konvexen c und einer konkaven Fläche d beſteht. Bei den gedrückten Bögen im Gegentheil muß in Hinſicht der Lage des Brennpunktes eine eben ſo vielfache Abänderung möglich ſeyn, als ſich verſchiedene Arten dieſer Bögen denken laſſen. Sollen demnach die Steine zu einem ſolchen elliptiſchen oder gothiſchen Gewölbe zugehauen werden: läßt ſich ihre Geſtalt nur durch die verſchiedenen Projectionen des Gewölbes beſtimmen, durch welche man die gegenſeitige Lage der Flächen des Steines findet.

Die Gewölbe ſind aber in Hinſicht ihrer Form: 1) Zylindriſche, 2) Halbkugelförmige, 3) Ringförmige, 4) Kegelförmige

oder Trompeten, 5) Schraubenförmige, 6) Gemiſchte, wo 2 der eben angeführten Gattungen zuſammenſtoßen; 7) Ebene, die keinen Bogen bilden, ſondern deren flache Decke ſich blos durch die Form der Steine erhält. Sie laſſen ſich jedoch nur zu Bedeckung ſchmaler Räume anwenden, wenn ſie Widerſtand und Dauer gewähren ſollen. Wir haben hier nur die Verfertigung der erſten und ſiebenten Art zu erklären; von den andern wird weiter unten (Artik. Schießſcharten, Treppen, Thüren und Thurm) gehandelt werden.

Die geraden Tonnengewölbe ſind entweder halbkreisförmig, oder flach, oder tief, je nachdem die Widerlagen unterhalb des Durchmeſſers endigen, oder über denſelben herauf gehen. Man kann übrigens die elliptiſchen und gothiſchen Gewölbe ebenfalls dahin rechnen, ſobald ſie nur in gerader Richtung fortgehen, wie die meiſten, zum Kriegsgebrauch dienenden Gewölbe, ſo daß ſie einen Halbzylinder bilden.

Obgleich die Theorie verbietet: den Gewölbſteinen einerlei Größe zu geben, weil wegen der Verſchiedenheit ihrer ſenkrechten oder horizontalen Lage kein Gleichgewicht ſtatt finden könnte, wenn man die Reibung nicht mit in Anſchlag bringt: iſt doch dieſe leztere, durch den Zuſammenhang des Mörtels verſtärkt, ſo groß: daß man gewöhnlich, ohne allen Nachtheil, die Gewölbſteine von einer und derſelben Größe macht. So findet auch die Regel: „alle Gewölbe-Bögen auf den Widerlagen ſtärker zu machen, als am Schluß", hier keine Anwendung, weil ſie bei dieſer Form der Perkuſſion der auf ſie fallenden Bomben nicht zu widerſtehen vermöchten.

Bei dem Behauen der Steine werden ſie entweder zuerſt vierkantig gehauen und alsdann in der vorgeſchriebenen Form bearbeitet; oder lezteres geſchieht ohne weitere Vorbereitung mit den rohen, unregelmäßigen Bruchſteinen ſelbſt. Man reißt zu dem Ende die Oeffnung des Gewölbes auf der Flur-Diele oder an einer gleichen Mauer in natürlicher Größe durch zwei concentriſche Bögen ab, und theilt den innern Bogen deſſelben AhB, Fig. 193. in ſo viel ungleiche Theile, als man im Verhältniß der Größe der Bruchſteine, derſelben dazu anwenden will. Man zieht nun bei einem kreisförmigen Gewölbe aus dem Mittelpunkte C die Theilungslinien 1, 5, 2, 6 ꝛc.; bei einem gedrückten (elliptiſchen) Gewölbe aber aus den beiden Brennpunkten des innern und äußern Bogens F und f durch die Theilungspunkte der Linien F 1 L, f 1 N, F 2 l, f 2 n. Die Hälfte dieſer Winkel LM = MN, lm = mn giebt die Scheidelinien der Gewölbſteine. Die auf die Theilungspunkte gezogenen lothrechten Linien 4 p, 3 P, 2 p geben durch ihr Zuſammentreffen mit den wagerechten Linien gK 7 O, die erforderliche Größe des abgeflächten Steines, aus dem der Gewölb-

ſtein gebildet werden ſoll, und auf deſſen einander gegenüberſtehenden Flächen der Umriß 3 4 7 8 gezeichnet wird. Anſtatt einer Patrone von Holz oder Karten nach der Figur 3 4 7 8 kann man ſich bei halbkreisförmigen Gewölben eines bloßen Sperrmaaßes B** Fig. 193. bedienen, weil hier beide Flächen der Gewölbſteine gleich ſind; bei tiefern oder flächern elliptiſchen Bögen im Gegentheil fallen die Scheidungslinien der Gewölbſteine auf verſchiedene Punkte des Durchmeſſers AB, daher ſind die Winkel bei 3 und 4 ſich nicht gleich.

Der obere Theil der Gewölbſteine 7 8 darf nur in dem Falle nach der Form des Bogens behauen werden, wenn der letztere zu einem frei ſtehenden Thore dienen ſoll. Bei den Kaſematten und ähnlichen überbaueten Gewölben aber läßt man den Stein beſſer an der äußern Fläche, wie 7 O 8, wodurch die Verbindung mit dem übrigen Mauerwerk erleichtert, und vorzüglich an dem Arbeitslohne bedeutend erſpart wird. Weil man nicht allezeit Steine von der erforderlichen Größe bekommen kann, iſt es vortheilhafter: den Umriß der vordern Fläche des Gewölbſtückes 3 4 7 8 dergeſtalt auf den unregelmäßigen Stein mVyK zu legen, daß man jede ſeiner ſchmalen Seiten m4 benutzt, wo demnach ungleich weniger roher Stein abgearbeitet werden darf, wie ſich auf den erſten Blick aus den beiden Stücken mg4 und yNx, Fig. 195. ergiebt, ſo daß eine weitläuftigere Auseinanderſetzung hier überflüſſig ſeyn würde.

Sollen ſchräge Bogen gewölbt werden, deren Widerlagen von ungleicher Größe ſind, wie bei Auffahrten, unter denen hindurch gehende Kaſematten liegen, u. dgl., iſt eine ganz andere Conſtruction nöthig, die weiter unten (Artik. Treppengewölbe) gezeigt werden wird.

Die Minengänge ſind öfters ſteigend oder fallend, wie die Rameaux der Etageminen; oder ſie geben ſeitswärts in verſchiedenen Richtungen von der Hauptgallerie ab: beides erfordert eine veränderte Bearbeitung der Gewölbſteine, die wir hier anzeigen wollen.

Nachdem für die ſteigenden oder fallenden Gänge die Hälfte der Grundfläche ROA p B — weil ihr die andere Hälfte vollkommen gleich und ähnlich iſt — und die Höhe OC, Fig. 195. verzeichnet worden, um die ſich der Gang mit dem einen Ende über den Horizont erhebt: zeichnet man mit der halben innern Weite des Gewölbes Rb aus C den Viertelkreis h i a, der an der einen Seite auf der verlängerten Linie OC, und auf der andern an CA endet, die mit RO gleichlaufend iſt. Der concentriſche Kreis A s H iſt die äußere Fläche des Bogens, wo man nun aus C die Eintheilungen der Gewölbſteine 1 5, 2 6 ziehen kann, indem man allezeit oben bei Hh nur die Hälfte des Schlußſteines einträgt. Die durch 1 und 2 gezogenen Pa-

rallelen von OR, welche in f und g die Senkrechte OH durchſchneiden, und die andern, mit der ſteigenden Linie RC gleichlaufenden Linien HE, he, fF, gG vollenden den Durchſchnitt des Gewölbes, unter den der halbe Grundriß Rb a und RB' A getragen wird. Man hat auf dieſe Weiſe Grundriß und Durchſchnitt des ſteigenden Gewölbes, um die Form der dazu gehörigen Steine beſtimmen zu können. In dieſer Abſicht werden aus den Durchſchnittspunkten 1 und 2 lothrechte Linien auf CA gezogen, die ſie in K und i durchſchneiden, damit man Ck und Ci nach p^2 und p^1 tragen kann, welche die Projectionen der Anſtoßflächen auf dem anſteigenden Grundriß geben. Durch f und g, wo die Linien 2f und 1g mit OH zuſammentreffen, werden Senkrechte auf RC gezogen, bis ſie an jene Projectionen und die verlängerte RC ſtoßen, so iſt die durch h 2' 1 a' gezogene krumme Linie die Projection der konkaven untern Fläche der Gewölbſteine.

Um eben ſo zu finden, um wie viel die vordere Ecke der untern (konkaven) Fläche überhängt oder zurück liegt, zieht man durch eFG Senkrechte auf RC, bis ſie in f und g mit den Projectionen der Seitenflächen zuſammenſtoßen, wodurch man die zurück liegende krumme Linie C f' g' b' bekömmt.

Da RC und eh gleichlaufend ſind: iſt OCR = Che, und d und O ſind rechte Winkel; daher

Ch : Cd = CR : RO = Cg : Cu = Cf : Ct;

In einem halbkreisförmigen Gewölbe verhält ſich demnach das Ueberhängen deſſelben, wie Ch zu Cd, oder wie der Winkel des Steigens zu ſeiner horizontalen Projection. Jede willkührlich auf RC angenommene Senkrechte eC' giebt deshalb die Höhen der Seitenflächen, und man darf blos noch die unveränderlichen horizontalen Breiten auf die Grundfläche und die ihr gleichlaufenden Linien tragen; nämlich Ca von C' nach a'; von U nach 1'; Cp^2 von F nach 2' ꝛc.

Für die Größe der untern Fläche der Gewölbſteine werden ſenkrecht auf RC durch F, G, R Linien gezogen, und aus einem willkührlichen Punkte in die Sehnen der Bögen a' 1', 1' 2' ꝛc. nach n^2, n^1 und a^1 getragen, und aus dieſen Punkten Senkrechte auf Ra^d gezogen, bis ſie die durch G und F gehenden Parallelen durchſchneiden. Die beiden Winkel $Pa^1 1^d$ und $a^1 1 n^1$ machen nun das Vordertheil der Schablone für die Unterfläche des erſten vordern Gewölbſteines, ihre Complemente aber $Qa^1 1^1$, und $a^1 1^d u$ die des erſten hintern Gewölbſteines, deſſen Schräge mit der des vordern gleich angenommen wird.

Zu den Schablonen der Seitenflächen dient der äußere Bogen HsA, oder auch eine willkührlich angenommene Höhe des Gewölbſteines 1 5, von der man eine Senkrechte auf CH, aus dem Durchſchnittspunkt x aber, mit EH gleichlaufend, xY,

und rechtwinklich mit dieſer Yy ziehet. Man trägt nun die Höhe 1, 5 aus 1 nach y, und macht y 5 gleichlaufend mit RC; ſo hat man die Vordertheile der beiden Seitenflächen der überhängenden Bögen sy1 u und $zy1^{d}n^{1}$.

Will man ſich anſtatt der Schablone eines Schrägemaaßes bedienen: ſo zieht man zu dem hier als Beiſpiel angenommenen zweiten Gewölbſteine durch 1 die Waagerechte 1L, welche die Seitenfläche des obern Profils fF durchſchneidet. Wird nun durch den Punkt 2, ſenkrecht auf die Sehne 2 1 die Linie $2x^{1}$ gezogen und dadurch 1L durchſchnitten: bekommt man den Punkt für die Senkrechte $x^{1}S = x^{1}L$, daß man $x^{1}y^{1} = x^{1}2$ machen und Sy^{1} ziehen kann, um den Winkel $Sx^{1}L$ für das Schrägemaaß zu erhalten.

Dieſes etwas langweilige Verfahren iſt jedoch nur dann nothwendig, wenn die Gewölbſteine aus großen Quadern gehauen werden ſollen. Zu Anfertigung der Schablonen allein iſt das Profil in Verbindung mit dem vordern Bogen und ſeinen Lothen hinreichend. Die Länge der Seitenflächen nämlich giebt das Profil: die Entfernung des untern Bogens von dem obern giebt den Aufriß der Vorderſeite; ihre Schräge endlich wird durch die ſenkrechten Linien auf RC beſtimmt, wo Gz = Yz. Man hat demnach die Schablonen der Seitenflächen und der untern Fläche; die der vordern folgen aus dem Aufriß, und weiter bedarf es keiner!

Stoßen an horizontale Tonnengewölbe andere in ſchräger Richtung an, kommen zwei Bögen in Betracht: der, welcher die Axe des Gewölbes ſenkrecht durchſchneidet, und der ſchräge, welcher die Abweichung des Gewölbes von der Axe anzeigt. Beide Bögen müſſen demnach eine gleiche Anzahl Gewölbſteine enthalten, ſo daß jede Verlangerung ihrer Seitenflächen die Axe durchſchneidet.

Bei einem halbkreisförmigen Gewölbe hat die Verzeichnung keine Schwierigkeit. Man verlängert (nach des P. Dernes Vorſchrift) die Seite EA des Grundriſſes ABEF, Fig. 196. und zieht die Senkrechte BD, auf welche der gerade Kreis DHB beſchrieben und in die zugehörigen, hier aber gleich groſſen Gewölbſteine getheilt wird, ſo daß die, durch dieſe Punkte gezogene, der Axe gleich laufenden Linien die Projectionen AB des ſchrägen Gewölbes in 1^{a}, 2^{a}, 3^{a}, g durchſchneiden, ihrerſeits aber von den mit DB gleichlaufenden Linien AK, rl, sn durchſchnitten werden. KL, mn zeigen nun die Schräge der Vorderſeite der untern Fläche bei den Gewölbſteinen an, und man bekommt durch ein ähnliches Verfahren auf EF für die untere Fläche des erſten Steines das Trapez Klfe, für die des zweiten mnqo, und für den Schlußſtein $2^{a}3^{a}3^{c}2^{c}$. Mehr bedarf es nicht, weil man dieſe Flächen nur umwenden darf,

damit ſie für die Gewölbſteine der andern Fläche dienen. Für die Seitenflächen derſelben geben die durch die Punkte s, r, wo jene Parallelen AK, rl, sn die Seitenwand berühren, auf den Mittelpunkt C gezogenen Linien su, rt, ſo wie die auf c gezogenen VS und RT die Trapeze TRtr, VSus, deren Höhen SV von der Stärke des Gewölbes abhängen und daher willkührlich ſind. Der ſchräge Bogen AB iſt eine halbe elliptiſche Linie, deren große Axe AB und deren kleine DB iſt, wodurch dann auch die Vorderflächen der Gewölbſteine beſtimmt werden.

Weil jedoch dieſes Verfahren, das gewöhnlich von den Steinmetzen bei dem Zuhauen der Gewölbſteine befolgt wird, mathematiſch unrichtig iſt, da die Vorderflächen nicht auf dem Bogen AB ſenkrecht ſtehen, wie es doch eigentlich ſeyn ſollte: giebt Frezier folgendes richtigere Verfahren an:

Nachdem man den innern kreisförmigen oder elliptiſchen Bogen in die zugehörigen Gewölbſteine 1 5, 2 6, 3 7, 4 8 getheilt hat, Fig. 197., zieht man aus den Theilungspunkten 1, 2, 3, 4 die Senkrechte $1p^1$ auf den Durchmeſſer ab, und von hier die Parallelen mit der Axe p^1r^1, p^2r^2, p^3r^3, p^4r^4. Ein gleiches geſchieht rückſichtlich des äußern Bogens AHB.

Für den geraden Bogen wird DB ſenkrecht durch die Axe CN gezogen und giebt die kleine Axe, ſo wie der Durchmeſſer ab die große Axe der Ellipſe, die nun auf die bekannte Weiſe in DXR beſchrieben wird, und die Projection der Seitenflächen in r^1, r^2, r^3, r^4 durchſchneidet. Dieſe Abtheilungen der Gewölbſteine ſind durch die Projection unter ſich ungleich, obgleich ſie auf dem ſchrägen Bogen als gleich angenommen werden. Sie werden auf dem geraden und elliptiſchen Bogen dB eben ſo aus dem Mittelpunkte C gezogen, als ob er halbkreisförmig wäre, damit ſie auf die Abtheilungen des ſchrägen Bogens treffen; die Gewölbſteine würden außerdem ſehr ſchwer zu bearbeiten ſeyn.

Hat das Gewölbe keine runde Außenfläche, muß man auch für dieſe den elliptiſchen Bogen dxB mit dem Bogen DXB gleichförmig ziehen, der die Abtheilungen in r^5, r^6, r^7 und r^8 durchſchneidet. Oder, man bekommt ſie vermittelſt der Projection der Außenſeite des ſchrägen Bogens $5p^5e^5r^5$, $6p^6r^6$, $7p^7r^7$, $8p^8r^8$, von welchen die Länge der Abtheilungen abgeſchnitten wird. Es tritt jedoch nur ſelten der Fall ein, daß man dieſes äußern Bogens bedarf, weil die ſchrägen Gewölbe in den Minengängen und Poternen gewöhnlich mehrere Fuß Erde über ſich haben. Sollte jedoch das Gewölbe frei ſtehen: muß man durchaus den andern Bogen als eine gedrückte Ellipſe bilden, damit der gerade Bogen halbkreisförmig wird. Eine Regel, die nur zu oft vernachläſſigt worden iſt!

Aus dem gefundenen vordern Umriß, den Abtheilungspunkten der Gewölbſteine und den Winkeln der untern und Seitenflächen, und endlich aus dem Unterſchiede ihren Seitenlängen ergeben ſich dann die geraden innern Flächen als Trapeze, wie A a D a, deren Länge ſich unverändert aus den Projectionslinien D a, 1 p^1, 2 p^2, 3 p^3, 4 p^4 und R b ergiebt. Zu den Seitenflächen zieht man ihre vordere Linie r^5 r^1 oder r^6 r^2 beſonders, und errichtet die Senkrechten r^6 h und r^2 i an ihren Enden, welche vermittelſt der, aus r^6 und r^2 auf ſie getragenen Längen 6 p^6 und 2 p^2 das Trapez der Seitenflächen geben.

Die ebnen Gewölbe unterſcheiden ſich von den vorhergehenden dadurch: daß ihre Decke keinen Bogen, ſondern eine ebne Fläche bildet. Die Gewölbſteine halten ſich hier zwar oben auch gegenſeitig durch ihre keilartige Form: ſind jedoch bei weitem keines ſolchen Widerſtandes fähig, wie bei den bogenförmigen Gewölben. Man findet ſie daher auch nur bisweilen an den Thoren der Feſtungen (w. n. i.), damit das Gerüſte der Aufziehbrücke daran ſchlagen kann, wenn ſie aufgezogen iſt. In der bürgerlichen Baukunſt iſt dieſe Conſtruction häufiger, wenn man größere ſteinerne Decken nöthig hat, als die gewöhnliche Größe der Steine erlaubt, und es dennoch an Raum fehlt: oben einen Bogen zu wölben. Der franzöſiſche Ingenieur Abbeille hat 1699 eine beſondere Art Decken aus in einander gefügten Steinen erfunden, deren nähere Beſchreibung aber hier nicht an ihrem Orte ſeyn würde.

Wenn die bogenförmig gewölbten Minengänge zuſammenſtoßen: geſchieht es entweder rechtwinklich, oder ſchief. Dabei liegen die Schlußſteine und die Sohle beider entweder in einer und ebenderſelben Horizontalfläche, oder nicht. In dem Falle gleich hoher Gallerien von verſchiedener Breite kann man den Conſtructionsbogen auf verſchiedene Art machen:

1) Senkrecht auf einer Axe, wie ER oder Dr, Fig. 198.
2) Auf einer der Vorderſeiten, die vielleicht ſchräge iſt, wie EK.
3) Schräge und gleichlaufend mit der Axe des anſtoßenden Gewölbes, wie EB und DB.

Nachdem auf dieſen Bogen (hier BHE), gleichviel ob Kreis oder Ellipſe, die Eintheilung in die Gewölbſteine 1, 2, 3, 4 geſchehen und der Durchmeſſer BE von den Senkrechten aus dieſen Punkten in f, g, i, k durchſchnitten iſt: werden aus letztern, gleichlaufend mit der Axe des Gewölbes, die Linien f a^1, g a^2, i b^3, k b^4, und ferner a^1 o, a^2 h, b^3 m, b^4 l gezogen, wodurch man die gleichmäßigen Abtheilungen für alle Richtungen der Gewölbbögen bekommt, und dieſe nun vermittelſt der gleichen Ordinaten ziehen kann. Man trägt zu dem Ende 1 f auf AB, um a^1 d^1 zu bekommen; ferner auf DB für die Ordinate o u^1 ꝛc.;

endlich auf Dr wie Qr^1 u. ſ. f., bis man die Ellipſe durch die gefundenen Punkte ziehen kann.

Um nun das Schrägemaaß für den Winkel des Zuſammentreffens der untern Flächen zu beſtimmen, z. B. in dem Bogen ATB für die Sehne $d^1 d^2$: nimmt man auf dem Bogen BHE die Höhe t 2 der Linie t 1 = f g, und trägt ſie ſenkrecht auf AB nach x, um $x a^1$ und die zu ihr Senkrechte, x y zu bekommen. In y wird eine zweite Senkrechte auf AB errichtet, welche in 8 und 9 auf die Projectionen der erſten Seitenflächen jeden Gewölbes $s^1 p^1$, $a^1 Q$ trifft. Wird nun yz = yx und z mit 8 und 9 zuſammengezogen, erhält man in z den Winkel für das Schrägemaaß.

Obgleich dieſer Winkel bis auf die Hälfte des Gewölbes S ein eingehender, von S nach B aber vorſpringend iſt: bleibt er doch für jede gleiche Reihe Gewölbſteine zu beiden Seiten immer derſelbe. Man darf das Schrägemaaß nur einmal inwendig, und dann mit ſeiner äußern Seite anwenden. Auf dieſe Weiſe hat man zu dem Behauen der Steine die vordern Flächen, hier 5 1ʳ 2 6 auf der Linie EK; die untern Flächen werden vermittelſt der Projectionen der langen Seiten und durch die Sehnen der kleinen Bögen beſtimmt, indem man die gleichlaufenden Seiten $a^2 p^2$ und $a^1 p$, die Sehne 1ʳ 2ʳ des geraden Bogens EVR und endlich auch die Sehne 1 2ᵈ des Vereinigungsbogens ATB. Auf die nämliche Art findet man die untere Fläche der Steine für das andere Gewölbe, indem man 8q ſenkrecht auf die Projectionen der Fuge $a^1 Q$ ſetzt, wodurch man die beiden Seiten $a^1 8$ und $a^2 q$ der trapezförmigen Unterfläche bekommt, deren ſchmale Seiten 1ʳ 2ʳ auf dem geraden Bogen Dur und 1 2 auf dem ſchrägen Bogen ATB ſind. Die Seitenflächen ergeben ſich von ſelbſt aus den untern, mit denen ſie ſchon zwei gemeinſchaftliche Seiten haben. Ihre Breite hängt von der Dicke des Gewölbes ab, und wird daher bei überbaueten Bögen gewiſſermaaßen willkührlich angenommen. Die Winkel endlich werden auf dem geraden Bogen jedes Gewölbes gefunden, 2 1 5ʳ und 2ʳ 1ʳ 6ʳ, nicht minder D 1ʳ 5ⁿ und 5ʳ 1ʳ 2ʳ u. ſ. w.

Stoßen die Gewölbe nicht blos zuſammen, ſondern durchſchneiden ſie einander: bildet ſie eine vierfache Wiederholung der vorher beſchriebenen, Fig. 199. und ihr Schlußſtein C** wird kreuzförmig gearbeitet. Bei den Minengängen wird jedoch hier gewöhnlich ein Dom- oder Kreuzgewölbe (w. n. i.) angebracht, und oben als eine Kuppel zugewölbet, wie weiter unten (Art. Thurm) beſchrieben werden wird.

Wenn die anſtoßenden Gallerien niedriger ſind, als der Hauptgang, wie gewöhnlich die Nebenäſte oder Rameaux der der Minen: entſteht ein gerades oder ſchräges, ungleiches

Kreuzgewölbe (Lunette droite oder biaise), das folgendergeſtalt gebildet wird:

Für das ſchräge Anſtoßen errichtet man auf einer Seite GK, Fig. 00. Tab. XVI. aus einem willkührlichen Punkte K die Senkrechte KL die zum Durchmeſſer eines Halbkreiſes KHL dient, um die Gewölbſteine 1, 2, 3, 4 auf demſelben abtheilen, um mit den Seitenwänden FI und GK gleichlaufende Linien ziehen zu können. Auf die Senkrechte Bh werden die innern Höhen des Bogens KHL getragen: $1p^1$ nach Bf^1, $2p^2$ nach Bf^2, und CH nach Bh. Die aus dieſen Punkten mit AB gleichlaufenden Linien durchſchneiden den innern Bogen des gröſſern Gewölbes AB in s, y, x, aus dem die Senkrechten sS, yy^3, xx^4 die Projectionen der Gewölbſteine des anſtoßenden Gewölbes durchſchneiden, und dadurch die Punkte für die Abtheilung der untern Flächen jener Gewölbſteine F, x^1, y^2, y^3, x^4, G geben.

Man verlängert hierauf KL nach L^1, und trägt aus dem willkührlichen Punkte K die Sehne der Bögen L 1, 1 2, 2 3, 3 4, 4 K nach L, um die ſenkrechte Linie L F^d, d^1 1^d ꝛc. zu bekommen, auf welche man die Entfernungen des Durchmeſſers KL von den Linien KI oder GF trägt, und dadurch die Punkte I^1, q^1, q^2, q^3, q^4 für die ſchräge Vorderſeite der Gewölbſteine beſtimmt. Die gegenüberſtehende Seite F^1 1^d ꝛc. wird eben ſo durch die Entfernung der Punkte x^1, y^2, y^3, x^4, von dem Durchmeſſer KL gefunden. Wenn man hier anſtatt der geraden Linien G 4^1 die krumme G $a4^d3^u$ bc ꝛc. wählt, bekommt man die wirkliche Anſtoßfläche des Gewölbes an das größere.

Auf gleiche Art wird auch ein gerader Anſtoßbogen fhg gebildet, bei dem das Verfahren einfacher und folglich auch leichter iſt, weil derſelbe Bogen auch hier zugleich denjenigen giebt, welcher auf der äußern Fläche des Gewölbes erzeugt wird; während bei dem ſchrägen Anſtoß der äußere Bogen von dem geraden abweicht.

Für die untern Flächen der Gewölbſteine zieht man aus den gefundenen Punkten F, x^1, y^2, y^3, x^4, G auf BD ſenkrechte Linien, gleichviel ob einwärts oder auswärts, die von einer andern, willkührlich gezogenen Senkrechten in x^o y^o Y^o X^o durchſchnitten werden. Dieſe Linie ſtellt den Anfang des Gewölbes ABDE auf dem Theile FG der Widerlage vor, wenn er wirklich auf letzterer ſich befindet. Finge ſich das Gewölbe aber höher an, TV: müßte es auch um dieſe Höhe über B gelegt werden, und die Linie der Widerlage niedriger nach f^o g^o zu liegen kommen. Iſt nun F^o der Anfangspunkt: ſo trägt man die Sehne Bx aus F^o nach x^1, und xy aus x^1 nach y^1; die Parallelen von F^o G^o geben alsdann vermittelſt der Durchſchnittspunkte x^1, x^4, y^2, y^3 die geſuchten Maaße, wo die Punkte y^2

und y^3 dem Schlußſteine und den zunächſt deſſelben liegenden Steinen gemein ſind. Eben ſo gehört x x^4 zugleich der obern Fläche des erſten, und der untern Fläche des zweiten Gewölbſteines an. Man findet ſo die Winkel der Vorderſeiten der Unterflächen des großen Gewölbes, wo ſie an die Steine des kleinen Gewölbes ſtoßen: wie $x^d x^1 F^p$, welcher neben dem Vordertheile $F^1 1^d$ zu liegen kommt u. ſ. f., bis alle Gewölbſteine in Hinſicht ihrer untern und Seitenflächen beſtimmt ſind.

Werden die Gewölbbögen nicht aus Bruchſteinen aufgeführt, ſondern mit Ziegeln übermauert: kann dieſes auf zweierlei Weiſe geſchehen: entweder gerade, wo die Mauerſteine nach der Länge des Gewölbes gelegt werden; oder auf den Schwalbenſchwanz, Fig. 201. Tab. XVI., welches einen ungleich beſſern und dauerhaftern Verband giebt, obwohl das Verfahren dabei etwas ſchwieriger iſt und mehr Aufmerkſamkeit und Genauigkeit erfordert. Man muß hier die Steine nach Verhältniß ihrer Lage auf dem Lehrbogen von einer Seite gehörig verhauen, c d und c f. Fig 202., damit ſie mit der geraden Seite des Nebenſteines gehörig zuſammenſchließen. Das Gewölbe wird aus allen 4 Ecken a a und d d, Fig. 201. zugleich hervorgemauert; damit aber bei dem Schluſſe die Ziegelreihen in der Mitte ein Viereck bilden, legen die Maurer in C eine dreiſeitige Setzwage an, deren Lothlinie c m genau auf die Mitte des Lehrbogens trifft. Die Seitenlinien der Setzwage geben nun die Richtung der Steinſchichten an, damit der gehörige vierſeitige Schluß hervorgebracht wird. Man kann das Wölben jedoch nur aus 2 Seiten a a oder d d zugleich anfangen. Man mauert hier bis zur Hälfte des Gewölbes 1 fort, und holt alsdann die andern beiden Seiten nach. Die Lehrbögen müſſen dabei durchaus ſo geſtellt werden, daß die Schaalung von hinten vorwärts um einige Zolle anſteiget, weil dadurch das Gewölbe, nächſt ihrer eigentlichen Spannung nun auch nach der Länge einen verſtärkten Widerſtand leiſtet.

Die Kreuzgewölbe werden mit zwei ſich durchſchneidenden Bogen d oder Gräten aus den Ecken gewölbet, zwiſchen dieſen aber nachher die Kappen b, Fig. 203. Tab. XVI. eingeſetzt. Die zweite Schicht Steine wird hier immer auf den Schwalbenſchwanz gemauert, wie vorher beſchrieben worden. Bei langen Gewölben werden in ſchicklicher Entfernung (12 bis 16 Fuß) Gurtbogen aufgeführt, und die Kreuzgewölbe zwiſchen ſie gelegt; bei großen Räumen mauert man wohl auch in der Mitte eine Säule auf, die dem Gurtbogen zur Widerlage dient, um die Kreuzgewölbe zwiſchen letztere legen zu können.

Wenn die Kappen der Kreuzgewölbe einen Halbkreis bilden: ſo müſſen die weitern Grade oder Gräten nothwendig einen größern und flachern Bogen bilden, weil ſie mit jenen ei-

nerlei Höhe haben. Zu Beſtimmung des Lehrbogens werden demnach in eine gleiche Anzahl Ordinaten getheilt, wo die in beiden Bögen einander zukommenden einerlei Höhe haben, und im flachen Bogen den gehörigen Umriß geben. Man pflegt jedoch die Kappen an der Stirnmauer bis oben hinauf um den ſechzigſten Theil der Gräte ſteigen (d. h. ſich erheben) zu laſſen, und muß deshalb ſo viel der mittlern Höhe des Bogens zuſetzen.

Bei dem Wölben des Bogens werden die Steine wie Fig. 203. gg, oder wie hk zu den Gräten verhauen, und auf den Lehrbogen gelegt; die Kappen gd, gc aber aus freier Hand von dieſen Steinen nach dem Abſatz in den Stern hinüber gewölbet. Die Steine der zweiten Schicht be und bf decken die Fugen der untern; die dritte Schicht aber iſt wieder, wie die erſte u. ſ. f. bis zu der gehörigen Stärke des Gewölbes, im Verhältniß der Laſt, welche es zu tragen bekommt und des erforderlichen Widerſtandes.

Sind die vier Seiten eines Kreuzgewölbes von verſchiedener Länge, ſo kann 1) nur die kleinſte Seite auf einem vollen Halbkreis gewölbt werden; 2) dürfen die Gräten nicht über den Diagonalen AV und EB liegen, weil dieſe ſich nicht in der Mitte des Gewölbes durchſchneiden; müſſen die Lehrbogen zu den Gräten jeder aus 2 Stücken beſtehen, welche in die Einſchnitte des Mönches (w. n. i.) eingeſchoben werden.

Um demnach die Richtung der Gräten und die Höhe des Gewölbes zu beſtimmen, werden die Linien EB und AV in der Mitte getheilt, und aus den vier Punkten E, B, A, V die Bögen St, hi, Kl und mp beſchrieben. Das Zuſammenkommen dieſer Bögen in u beſtimmt den Punkt für die wirkliche Mitte des Gewölbes.

Mauerwerk (Maçonnerie) wird bei den Feſtungswerken aus Bruchſteinen aufgeführt, welche allezeit die größte Dauer und den größten Widerſtand gewähren, wie ſchon oben (Artikel Futtermauern) geſagt worden iſt. Um mehr Verbindung der Mauer durch den Mörtel und zugleich ein beſſeres Anſehen bei den gehauenen Steinen hervorzubringen, behaueten die Alten die äußern Seiten der Steine ſo, daß ſie genau aneinander lagen, inwendig aber die Fugen ſich um 1 Zoll erweiterten, um den Mörtel zwiſchen ſich aufzunehmen, ohne daß er auf der außern Seite zu ſehen war.

Es mag nun aber die Mauer von Bruchſteinen oder Ziegeln aufgeführt werden: muß man doch die ſtrengſte Aufſicht auf die Maurer haben: daß ſie bei ihrer Arbeit die Steine gehörig benetzen, niemals hölzerne Keile unter die gehauenen Steine ſchieben, wenn dieſe vielleicht nicht gleich aufliegen, ſondern ein La=

ger von Mörtel mit gröblich zerſtoßenen Steinen machen; endlich, daß ſie immer genau lothrecht, oder auch nach der vorgeſchriebenen Böſchung aufmauern. Sie dürfen daher auch nie in den Feierſtunden und ohne Aufſicht an den Futtermauern arbeiten; der Gegenſtand iſt zu wichtig, als daß hier ein geringer und im Ganzen unbedeutender Gewinn in Anſchlag kommen dürfte.

Bei 10 bis 12 Fuß dicken, rohen Mauern kann ein fleißiger Maurer täglich eine Schachtruthe aufführen; oder bei 2 Fuß dicken, mit Einſchluß der Aufſtellung des Gerüſtes, 72 Würfelfuß. Man darf jedoch bei weniger guten Arbeitern nicht ganz auf dieſe Arbeit, ſondern nur auf ⅔ derſelben rechnen. Sind die Materialien über 20 Schritt herbeizuholen, muß man zugleich auf jeden Maurer zwei Handlanger geben.

Es iſt oben des polniſchen Verbandes erwähnt worden (Mauerverband), wo niemals eine gute und dauerhafte Verbindung mit der inwendigen Ausfütterung ſtatt findet, wenn der Mörtel (w. u. i.) nicht von ganz vorzüglicher Güte iſt, um ſich mit den Füllſteinen und der äußern Wand zu einem feſten Ganzen zu verbinden. In dieſer Vorausſetzung jedoch ſchlägt Hr. Fleuret (l'Art de composer des pierres factices. 4to. Paris 1807.) eine ebenfalls bei den Römern, auch noch jetzt in Schweden übliche Bauart vor, die dem ſogenannten Piſébau darinnen ähnlich iſt, daß ſie auch zwiſchen parallelen Bretwänden aufgeführt werden muß, um der Mauer anfangs Feſtigkeit zu verſchaffen, bis durch das Austrocknen die bindende Kraft des Mörtels wirkſam wird. Die äußere Seite dieſes Mauerwerkes beſteht aus großen, geſpaltenen Feldſteinen, die zwiſchen den Bretwänden, mit der ebenen Fläche auswärts, aufgemauert und inwendig mit kleinen Steinen und Mörtel ausgefüttert ſind. In Metz finden ſich noch ſo gebauete Mauern (Fig. 205. Tab. XVI.), durch die von 3 zu 3 Fuß, mehr oder weniger, 3 Schichten Mauerziegel laufen, um die Verbindung zu verſtärken. Bei Aufführung der Futtermauern, die ſich allezeit hinten an den Erdwall lehn, würde es nur einer Bretwand vorn bedürfen, ſobald man gewiß iſt: daß der Mörtel ſich feſt genug mit den runden hintern Flächen der Feldſteine verbindet, um der Mauer den erforderlichen Widerſtand gegen die feindli- Stückkugeln zu verſchaffen. Die kleinen, zur Ausfütterung dienenden Steine müſſen bei dem Einſchütten mit eiſernen Hacken gut durchrührt werden, damit ſie ſich mit dem Mörtel verbinden und von Lage zu Lage eine waagerechte Fläche bilden.

Mauerziegel, ſ. Ziegel.

Maus (souris porte-feux) iſt eine 15 Zoll lange, ſchwache Kette, an deren jedem Ende eine Schnur von hinreichender Länge befeſtigt, und um deren Mitte ein etwa 9 Zoll langes Stück aufgedreheter Lunte befeſtigt iſt. Die Schnur wird durch die Leitrinne a b c d e f gezogen, die aus glatt gehobelten Bretern zuſammengeſchlagen, und beſonders an der Ecke b ſehr eben ſeyn muß, damit die Lunte bei dem Durchgehen nicht anſtößt und hängen bleiben, oder verlöſcht werden kann. Die Leitrinne iſt ſo lang, daß ſie wenigſtens bis über den Verſatz hervor geht, damit die Kette mit der Lunte nach beendigter Ladung und Verdämmung ſich außerhalb der letztern befindet. Wird nun die Lunte angezündet und die Schnur nach der Richtung c g f gezogen, ſo geht die Kette in der Rinne nach a, und die Ladung bekommt, vermittelſt des hier verbreiteten Mehlpulvers, Feuer. Dieſes, von dem franz. General Rugy erfundene Mittel, dem Nachtheile des durch die Zündwurſt erzeugten Pulverdampfes abzuhelfen, hat jedoch ſeine Beſtimmung nicht immer erfüllt, ſondern iſt mehreremale fehlgeſchlagen, obgleich die Leitrinnen gehobelt und mit aller Sorgfalt zuſammengefügt waren. Es würde ſichrer ſeyn: anſtatt der Lunte ſich eines Stückes Zündlicht zu bedienen, das man mit geglühetem Drath auf die Mitte der Kette befeſtiget, und bei dem das Verlöſchen in keinem Falle zu befürchten iſt, wie auch ein zu Metz angeſtellter Verſuch erwieſen hat.

Mergelkalk, ſ. Kalk.

Mezzanine, oder Halbfenſter, werden in dem Kellergeſchoß, oder auch bei ſehr hohen Stockwerken, in dem obern Halbgeſchoß angebracht, und haben gewöhnlich blos ihre Breite zur Höhe.

S. Micheli, ein Kriegsbaumeiſter aus Verona, war der erſte Erfinder der noch jetzt üblichen Bollwerke, womit er ſeine Vaterſtadt 1530 befeſtigte (ſ. Bollwerk). Dieſer Baumeiſter war 1484 zu Verona geboren, und ging in ſeinem ſechzehnten Jahre nach Rom, die Baukunſt zu ſtudiren. Er ward nachher vom Pabſt Clemens VIII., dem Herzog Sforza von Mailand und Kaiſer Karl V. gebraucht, mehrere Städte zu befeſtigen, oder die ſchon vorhandenen Befeſtigungen zu verbeſſern. Unter den von ihm ganz neu angelegten Feſtungen ſind vorzüglich die dalmatiſchen Feſtungen Napoli di Romania, Candia und das Kaſtel St. Andrea del Lido merkwürdig, welches letztere auf einem durchaus ſumpfigen Boden durchaus von Quadern aufgeführt iſt. Er ſtarb im Jahr 1559.

Mine (Mine) iſt in ſofern, als ſie blos einen unterirdiſchen Gang andeutet, eine ſehr alte Erfindung. Schon die Römer bedienten ſich ihrer, um unter dem Fuß der Ringmauern hindurch in die feindlichen Städte zu dringen. Späterhin jedoch, als nach der Erfindung des Schießpulvers der Gebrauch deſſelben im Kriege auf eine immer mehrfachere Weiſe verſucht ward: brachte man eine Menge deſſelben in jenen unterirdiſchen Gängen an, und ſprengte durch die Exploſion deſſelben die darüber liegenden Mauern und Feſtungswerke in die Luft. Peter Navarro, ein Italiener, erwarb ſich gegen das Ende des ſechzehnten Jahrhunderts zuerſt dieſes Verdienſt, und bewirkte vorzüglich dadurch die Eroberung der beiden Schlöſſer von Neapel durch die Spanier. Bald überzeugte man ſich von den großen Wirkungen dieſer neuen Erfindung, und wandte ſie in den folgenden Kriegen ſehr häufig an; unbekannt jedoch mit den mathematiſchen und phyſiſchen Grundſätzen, auf denen die Führung der Minengänge und die Beſtimmung der zweckmäßigen Ladungen beruhet, konnten die Minirer nur ſelten das verlangte Reſultat herbeiführen. Louis Collado lehrte zwar zuerſt den Punkt durch geometriſche Operationen finden, nach dem man die unterirdiſchen Gallerien führen wollte: dennoch blieb die Ausübung empiriſch und ungewiß; denn in der Belagerung von Ofen 1686 ſchlug eine Mine der Kaiſerlichen rückwärts und verſchüttete die Sappen; man fand dieſes Fehlſchlagen in mehreren Belagerungen des ſiebenzehnten Jahrhunderts wiederholt.

Vauban, der ſich ſo viel Verdienſte um den Belagerungskrieg erwarb, machte auch die Minirkunſt zu einem Gegenſtande ſeiner Unterſuchungen. Er nahm den Hrn. v. Megrigny, einen erfahrnen Mineurofficier, zu Hülfe, und ſo entſtanden die Tournayſchen Verſuche, auf welchen ihr Urheber Megrigny ſeine Theorie und Vauban die Berechnung ſeiner Tafeln der Minenladungen gründete. Dieſe Verſuche wurden auf dem Glacis der Citadelle von Dornick, in einem fetten und ziemlich feſten Boden angeſtellt, durch den in einer Tiefe von 10 bis 20 Fuß ſehr harte Thonlagen gingen: die letzte Mine aber ward unter den Trümmern eines alten Thurmes angelegt. Man ſchloß aus den in nachſtehender Tafel aufgeführten Reſultaten dieſer Verſuche:

1) Daß die Wirkungen einer zu ſtark und einer ſchwach geladenen Mine durchaus gleich ſind.

2) Daß bei 12 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie 150 Pfund Pulver einen Trichter auswerfen, der die Geſtalt eines abgeſtumpften Kegels hat, und oben 24 Fuß, unten aber 12 Fuß weit iſt.

3) Daß die Ladungen im Verhältniß der Würfelzahlen der kürzeſten Widerſtandslinie zunehmen müſſen, um immer ähnliche Trichter herauszuheben.

4) Die Höhe der Erdgarbe ſey alsdann der kürzeſten Widerſtandslinie gleich.

5) Zwei zu ſchwach geladene Minen, die um ihre kürzeſte Widerſtandslinie voneinander liegen, bilden dennoch keinen Trichter.

6) Vier eben ſo weit auseinander liegende Minen, nach jenem Grundſatze geladen und zugleich gezündet, geben keinen größern Trichter, als eine einzige Mine, die mit der ganzen Pulvermenge der vier Minenladungen geladen iſt.

7) Ein feſterer Boden ändert die Größe des Trichters nicht; die Erde wird blos mit größerer Gewalt herausgeworfen.

8) Es darf aus dieſer Rückſicht auch die Minenladung in einem feſteren Boden nicht verringert werden.

9) Alle leere Räume, als Kammern, Gallerien ꝛc. werden eingedrückt, wenn ſie nur um die Weite der kürzeſten Widerſtandslinie von der ſpringenden Mine entfernt ſind.

Tafel der Tournayſchen Verſuche.

Kürzeſte Widerſt. Linie. Fuß.	Ladung. Pfund.	Weite d. Trichters. Fuß.	Durchmeſſer d. Kammer Fuß	Höhe der Erdgarbe. Fuß.	Anmerkungen.
12	200	26	—	30	
12	100	5	—	5	
12	150	24	12	12	
12	150	24	12	12	
24	300	5—6	—	—	Man wollte verſuchen: ob hier durch die doppelte Ladung auch eine verhältnißmäßige Wirkung hervorgebracht würde.
24	500	12	—	—	
24	1400	42	—	—	
24	1200	48	24	24	
36	4050	72	36	36	
12	100	—	—	—	Es entſtanden keine Trichter.
12	100	—	—	—	
20	700	—	—	—	Es entſtand ein ſehr tiefer Trichter, als dieſe Minen zugleich ſprangen.
20	700	—	—	—	
20	700	—	—	—	
20	700	—	—	—	
15	293	30	15	15	
20	700	40	20	20	
30	2500	60	30	60	
37	4000	11—12	—	—	
40	5400	66	—	—	
32	2844	64	32	60	

Da die, auf den vorhergehenden Verſuchen gegründeten Schlüſſe unrichtig waren, weil man durchaus keine Rückſicht auf die phyſiſchen Nebenumſtände nahm: mußten es nothwendig auch alle daraus hergeleiteten Minentheorien ſeyn. Man hatte über 23000 Pfd. Schießpulver verbraucht, ohne beinahe nur einen Schritt weiter zu ſeyn; denn man verſtand nicht: die durch jene Verſuche ſelbſt erwieſene Ausdehnung des Pulvergas nach allen Seiten wahrzunehmen, durch die alle in dem Wirkungskreiſe der Mine liegende Gallerien gequetſcht werden. Alle, die im Ganzen Vaubans Theorie folgten, ſetzten zu ſchwache Ladungen feſt, nämlich für eine Mine von 10 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie:

Megrigny	$86\frac{1}{4}$	Pfund.
Vauban	82	—
	$78\frac{9}{16}$	—
Le Febvre	76	—
La Valliere	$93\frac{1}{4}$	—
Prüdhomme	84	—

Belidor glaubte jedoch dieſer Theorie nicht ſklaviſch folgen zu dürfen. Er ſtellte neue Unterſuchungen über die Wirkung des in der Erde verſchloſſenen Pulvers an, und ſetzte einen doppelten Widerſtand feſt, den es zu überwinden habe: einmal die Zähigkeit oder den Zuſammenhang des Erdbodens, und zweitens das Gewicht deſſelben, um einen wirklichen Trichter herauszuheben. Indem er nun zugleich vorausſetzte: der Zuſammenhang der Erde bei verſchiedenen Minentrichtern verhalte ſich wie ihre Oberfläche, d. h. die Quadrate der kürzeſten Widerſtandslinien: ſo ergab ſich dadurch für die Berechnung der Minenladungen ein aus jenen Quadraten und aus den Würfeln derſelben Linien zuſammengeſetztes Verhältniß. Durch die 1725 zu la Fere angeſtellten Verſuche fand Belidor jedoch: daß ſeine Hypotheſe ebenfalls noch nicht die richtige ſey. Er entdeckte zugleich die im Verhältniß der verſtärkten Ladungen wachſende Pulverkraft, und ward dadurch auf die Theorie der überladenen Minen (ſ. Globes de Compreſſion) geleitet, welche man bei den, unter den Befehlen des Ritters d'Abouville, des Kommandanten der Artillerieſchule zu la Fère, gemachten Verſuchen im Ganzen beſtätiget fand.

Hier waren auf der Ecke eines Viereckes von 60 Fuß Länge und 70 Fuß Breite 4 Schächte abgeteufet worden, der erſte 10 Fuß, der zweite 11 Fuß, der dritte 12 Fuß und der vierte 13 Fuß tief. Die Minengänge, welche ſie verbanden, waren 3 Fuß breit, $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, in einer mit Sand vermiſchten Gartenerde geführt und mit Eichenholz ausgetrempelt. In ihrer Mitte war eine Minenkammer angelegt, mit 10 Fuß kürzeſter Widerſtandslinie, die 25 Fuß von der einen Seite, 30 von der andern, 35 von der dritten und 42 von der vierten ab lag,

und unter der eine fünfte Gallerie 13 Fuß tief geführt war. Als nun dieſe Mine mit 1200 Pfund Pulver ſprang, warf ſie die Erdgarbe gegen 80 Fuß hoch, bildete einen 45 Fuß weiten Trichter, und drückte alle umliegende Minengänge — faſt in dem umgekehrten Verhältniß ihres Abſtandes ein.

Bei der Wiederholung dieſer Erfahrungen im Jahr 1753 zu Biſy war das Reſultat beinahe daſſelbe. Die mit 3000 Pfd. Pulver geladene Mine machte einen 66 Fuß weiten, 17 Fuß tiefen Trichter, warf die Erdgarbe 150 Fuß hoch und quetſchte alle umliegende Minengänge bis auf 48 Fuß Abſtand. Fig. 126. Tab. XI. Der Major Le Febvre, der dieſelbe Erfahrung Belidors zu Potsdam in einem lockern Sandboden nachahmte, nur daß ſeine Minenkammer 15 Fuß tief lag, mit 3300 Pfd. Pulver geladen und 18 Fuß lang verdämmt war, erhielt eine gleiche Wirkung. Die 24, 32 und 42 Fuß entfernten Gallerien waren bis auf eine Weite von 51 Fuß zerſtört, und eine 30 Fuß entfernte Minenkammer blies faſt ohne Wirkung in dem Trichter aus. Dieſer Trichter war 66 Fuß weit, 18 Fuß tief und ſehr rein. Eben ſo verhielt ſichs bei einem Minenverſuch zu Maſtricht 1765, wo eine mit 1000 Pfd. Pulver geladene, 12 Fuß tief liegende Mine einen 52 weiten Trichter aushob, und die anliegenden Gänge bis auf 35 Fuß weit quetſchte. Auch der im Jahr 1770 von dem Obriſten Schneller und Lieutenant v. Rauch nach der Angabe des Obriſtlieutnant d'Arletan zu Braunſchweig angeſtellte Verſuch dient zum Beweis der Wirkung überladener Minen; obgleich dieſer Verſuch einigermaaßen das gegen ſich hat, daß die kürzeſte Widerſtandslinie, ſo wie alle Maaße und auch die Pulverladung reduzirt waren, und daß dadurch die Pulverladung von $21\frac{1}{2}$ Pfd. verhältnißmäßig ſehr ſtark war. Man hatte nämlich anſtatt 18 Fuß die kürzeſte Widerſtandslinie auf 18 Zoll geſetzt, und ſo alles im Verhältniß von 1 : 12. Die Fladderminen des Belagerten lagen demnach 7 Zoll tief; andere 6 und 10 Zoll unter der Sohle der Breſchbatterie angelegte Minenkammern ſollten die Geſchütze derſelben rückwärts werfen (ſ. Erdgarbe). Da die überladene Mine in einem ſehr ſchweren Lehmboden lag (der Würfelfuß deſſelben wog 170 bis 180 Pfund) und die Maſſe des auszuhebenden Trichters 21 Fuß 2 Zoll betrug, würden — 3 Unzen Pulver auf jeden Würfelfuß gerechnet — 63 Unzen, oder etwa 4 Pfund erfordert worden ſeyn. Um nun nach Belidors Regeln des Globe de Compreſſion zu verfahren, hätte man das Dreifache der k. W. L. nehmen und mit 100 multipliziren müſſen, folglich $1\frac{1}{2} \times 3 = 4\frac{1}{2} = 450$ Pfd., wofür man hier halbe Unzen (14 Pfund) ſetzte, und wegen des ſtarken Zuſammenhanges der Erde noch $7\frac{1}{2}$ Pfund hinzufügte. Bei dem Springen dieſer Mine ward die Erde über 40 Fuß

(480 Zoll) hoch herausgeworfen, und es entſtand ein 16 Fuß 2 Zoll (oder 194 reduzirte Fuß?) weiter Trichter. Unterwärts hatte ſich die Wirkung 4 Fuß tief erſtreckt, welches mit der k. W. L. von 18 Zoll zuſammen $5\frac{1}{2}$ Fuß (durch die Reduktion 66 Fuß) beträgt.

Es fällt in die Augen: daß alle dieſe Wirkungen des in der Erde verſchloſſenen Schießpulvers in ſeiner großen Expanſivkraft ihren Grund haben, die nach den Verſuchen des Grafen Rumford 101021 mal dem Druck der Atmoſphäre gleich kommt. Da nun die Ausdehnung des elaſtiſchen Gaſes ſich gleichförmig nach allen Seiten erſtreckt: ſo geht daraus auch die Wirklichkeit eines kugelförmigen, oder vielmehr elliptiſchen Wirkungskreiſes der Mine hervor, auf welchem die gangbare Theorie des gegenſeitigen Verhältniſſes der Trichter, oder vielmehr der Wirkungsſphären und der Minenladungen, beruhet. Zwei Dinge haben hier aber einen weſentlichen Einfluß, und erſchweren das Fortſchreiten dieſer Theorie bis zur praktiſchen Evidenz: 1) die große Menge phyſiſcher Elemente, die dabei ins Spiel kommen, und nothwendig berückſichtigt werden müſſen; 2) die Schwierigkeit, Minenverſuche im Großen und in hinreichender Menge anzuſtellen, um jeden ſtreitigen Punkt gehörig zu erläutern.

Die Dichtigkeit, der Zuſammenhang, die Elaſtizität, ſelbſt die Weichheit des Erdbodens, der Druck der Luft auf die Oberfläche deſſelben vor dem Springen der Mine, ihr Gegendruck auf die inneren Wände des Trichters, die verſchiedene Stärke des Pulvers, dies alles ſind Gegenſtände, von denen die Größe und die Form des Trichters abhängt, und wodurch die Wirkung einer Mine beſtimmt wird. Gedenkt man ſich eine Menge Pulver in der Mitte eines gleich- und kugelförmigen, unpreßbaren Körpers entzündet: wird jedes Element der krummen Oberfläche nach den Richtungen CE, ED ꝛc. mit einer beſtimmten Kraft fortgetrieben, Fig. 206. Tab. XV. Iſt nun die Cohäſion oder der Zuſammenhang der Theilchen des Körpers A = 0, oder wenigſtens nur geringe im Verhältniß der Expanſivkraft des Pulvers: wird jene im ganzen Umfange der Kugel zerſtört und die Theilchen werden rings umhergeworfen. Sobald hingegen der Zuſammenhang des Körpers größer iſt, als die forttreibende Kraft des Pulvers: kann die Kugel auch nicht zertrümmert werden.

Wenn die aus den Radien CB und CD, und aus der Sehne BD beſtehende Figur ſich um ihre Axe HE drehet, ſo entſteht durch den Bogen lqs ein kugelförmiger Abſchnitt, und durch Bl eine Kegelfläche, in der man die Kraft des Zuſammenhanges als gleichförmig vertheilt annehmen kann. Die fortſtoßende Kraft gegen den Kugelſchnitt lqs iſt ihm demnach propor-

tional, und der Zuſammenhang des anliegenden Abſchnittes iſt es der eben erwähnten Kegelfläche. Iſt nun x die Höhe des Kugelabſchnittes: wird ihre äußere Fläche durch prx ausgedrückt, die forttreibende Kraft aber durch ψprx, wo ψ von der Expanſivkraft des Pulvers beſtimmt wird. Man hat ferner $lo = \sqrt{2rx - x^2})$; der Bogen lo aber iſt $= p\sqrt{2xr - x^2})$; und $Cl : CB = lo : Bp$; oder $r : R = \sqrt{2xr - x^2})$ $: Bp = \frac{R}{r} \sqrt{2rx - x^2})$, und $Bp = \pi \frac{R}{r} \sqrt{2xr - x^2})$. Es iſt aber die konvexe Fläche des abgeſtumpften Kegels $BlsD$

$$= R \frac{\pi R}{1 r} \sqrt{2rx - x^2}) - r \frac{\pi}{2} \sqrt{2rx - x^2})$$

$$= \frac{\pi}{2} \left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right] \sqrt{2rx - x^2});$$ der Zuſammenhang dieſes Kugelabſchnittes iſt ihm proportional, oder wird durch

$\varphi \frac{\pi}{2} \left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right] \sqrt{2rx = x^2})$ ausgedrückt, wo φ den eigenthümlichen Zuſammenhang des Erdbodens andeutet. Der Zuſammenhang läßt ſich als eine Kraft annehmen, welche den Theil $BlsD$ gegen den übrigen Theil der Kugel andrückt, und die in b und d, auf der Mitte der Linien lB und sD angebracht iſt. Jede dieſer Kräfte de und be läßt ſich in zwei andere zerlegen, deren eine fg ſenkrecht auf CE, die andere aber mit dieſer Linie gleichlaufend geht. Soll nun keine Zerreißung erfolgen: muß ihre Summe ge der forttreibenden Kraft das Gleichgewicht halten.

Nun iſt $ef : ge = 1 : \text{Sin. } efg = 1 : \text{Sin. } qs$;

Daher $eg = ef. \text{ Sin. } qs$ und Summa eg = Summa $ef. \text{ Sin. } qs = \varphi \frac{\pi}{2} \left[\frac{R^2 - r^2}{r}\right]. \sqrt{2rx - x^2}). \text{ Sin. } qs$; welches zu ψrx das Verhältniß des Zuſammenhanges zu der fortſtoßenden Kraft für jeden Kugelabſchnitt ausdrückt:

$\varphi \left(\frac{R^3 - r^2}{2r^2}\right) (2r - x) : \psi r$, wobei der $\text{Sin. } qs =$ $\frac{1}{r} \sqrt{2rx - x^2})$. Da aber x eine poſitive Größe iſt, nimmt das erſte Glied dieſes Verhältniſſes ab, wenn x wächſt, und umgekehrt; wenn demnach

1) für einen gewiſſen Werth von x die Gleichung $\varphi \left(\frac{R^2 - r^2}{2r^2}\right)$ $(2r - x) = \psi r$ iſt, bekommt man für jeden kleineren Werth $\varphi \left[\frac{R^2 - r^2}{2r^2}\right] (2r - x) > \psi r$.

2) Im umgekehrten Falle hat man für jeden größeren Werth $\varphi\left[\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right](2r-x) < \psi r$. Hier muß die Kugel wenigſtens in ſo viel Theile zerriſſen werden, als ſie Kugelabſchnitte enthält, die x zur Höhe haben.

3) Iſt $x = r$, und daher der Abſchnitt der Halbkugel gleich; wird das Verhältniß $\varphi\left[\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right] : \psi$. Setzt man $\varphi\left(\frac{R^2-r^2}{2r^2}\right) = \psi$; kann offenbar keine Zerreißung erfolgen, weil r die äußerſte Grenze des Zunehmens für x iſt, und weil für jeden andern kleinern Werth dieſer veränderlichen Größe das erſte Glied des Verhältniſſes abnehmen muß.

Nennt man die äußere Fläche der Pulverſphäre (die Kammer) S, wird die Summe des Druckes gegen dieſe Fläche nach der Entzündung $= \psi$ (S) ſeyn; eben ſo gegen die Wände jeder andern Kammer ψ (ſ). Folglich hat man

$(\psi)\, S : (\psi ſ) = S : ſ = R^2 : r^2$; der Inhalt der Kammer aber iſt $S : ſ = R^3 : r^3$; oder: die ausdehnenden Pulverkräfte zweier Minen verhalten ſich gegen einander, wie die Quadrate der Radien; die Ladungen hingegen verhalten ſich wie die Würfel derſelben.

Sobald das expanſible Pulvergas den, aus dem Zuſammenhange des umgebenden Mittels entſtehenden Widerſtande überwunden hat: ſtrebet es, ſich nach allen Seiten auszubreiten, und treibt die Trümmern des Trichters mit größerer oder geringerer Geſchwindigkeit fort. Von dieſem Augenblick an verhält ſich, unter obigen Vorausſetzungen, die Wirkung wie die Ladungen, das heißt: wie die Würfel der Radien. Denn wenn auch die obern Theile der Wirkungsſphäre jetzt durch die Kraft ihrer Schwere noch dem expanſiblen Gas widerſtehen: begünſtiget doch gerade dieſer Widerſtand die Ausdehnung des letztern.

Liegt aber die Mine in einem unelaſtiſchen Mittel, deſſen Größe durch Zuſammenhang und Schwere dem Gas ſich nur nach einer Seite auszudehnen verſtattet, auf allen übrigen ihm aber einen unüberwindlichen Widerſtand entgegenſetzt, und dadurch die unterhalb bd, gleichlaufend mit BD. Fig. 207. Tab. XVI. wirkenden Kräfte vernichtet: muß nothwendig die treibende Kraft des oberen Kugelſchnittes — ſobald ſie ſtark genug iſt: den Zuſammenhang und die Schwere der über ihm liegenden Erdtheile zu überwinden — ein Stück in kegelförmiger Geſtalt herauswerfen, und folglich den Trichter BgAgD bilden. Da aber das herausſtrömende Gas zu gleicher Zeit gegen die Wände gi ſtößt, vernichtet es dadurch den Rücken bei g und der Trichter

bekommt dadurch die Geſtalt BmAmD, anſtatt BgiAigD. Dies iſt jedoch mehr als eine untergeordnete Wirkung anzuſehen; bei Unterſuchung der Kräfte einer Mine kommt blos der erſte Moment der Exploſion in Betracht, wo es ſo gut als erwieſen iſt: daß die herausgehobene Erde eine kegelförmige Geſtalt hat. (ſ. Trichter). Bekommt man nun bei den vorigen Vorausſetzungen Bp mit a, Cp mit h, CB mit b, und Cl mit r: bekommt man für die durch Bl erzeugte Oberfläche den Ausdruck $\frac{\pi}{2} \cdot \frac{a}{b} (b^2 - r^2)$, weil $b : a = r : lo$, und $lo = \frac{ar}{b}$.
Der Ausdruck für den, dieſer Fläche entſprechenden Zuſammenhang iſt $\varphi \frac{\pi}{1} \cdot \frac{a}{b} (b^2 - r^2)$.

Man kann nun mg, das ſenkrecht auf der Mitte von Bl ſteht, als eine Kraft anſehen, die den Theil Blqp gegen Bl drückt und den Zuſammenhang ausdrückt, und ſich in zwei andere Kräfte me, ſenkrecht auf die Axe, und ge, mit ihr gleichlaufend, zerfällen läßt. Nun iſt $mg : ge = Bc : Bp = b : a$, daher $ge = \frac{a}{b} mg$, das mit der Summe beider Kräfte vermehrt, $= \varphi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{a^2}{b^2} (b^2 - r^2)$ wird.

Es iſt zugleich $co = \sqrt{(cl)^2 - (lo)^2)} = \frac{r}{b} \sqrt{b^2 - a^2)}$ $= \frac{r}{b} h$, weil $\sqrt{b^2 - a^2)} = h . qo = cq - co = \frac{r}{b}(b - h)$. Ferner iſt der, durch Umdrehung des Bogens lq erzeugte Kugelabſchnitt $= \frac{\pi r^2}{b} (b - h)$; daher die ihm proportionale Expanſivkraft $\psi \frac{\pi r^2}{b} (b - h)$. Man bekommt daher für den Zuſtand des Gleichgewichtes beider Kräfte:

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - r^2) = \psi r \ (b - h) \ldots. \text{ (I.)}$$

Setzt man $Dp = c$, und $Dt = f$: iſt abermals für die Summe aller widerſtrebenden Kräfte $\varphi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{c^2}{f^2} (f^2 - r^2)$ und für die zugehörige Triebkraft $\psi \frac{\pi}{2} \cdot \frac{r^2}{f} (f - h)$; folglich

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f^2 - r^2) : \psi r^2 \ (f - h) \ldots.. \text{ (II.)}$$

Die vorhergehende Gleichung (I.) findet demnach für jede Größe von r ſtatt, ſobald nur ψ ihr entſprechend beſtimmt wird.

Wäre r = h, und wird deshalb ψ zu ζ: erhält man durch Subſtituiren

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b^2 - h^2 = \zeta h^2 (b - h)$$

oder, weil $b^2 - h^2 = (b+h)(b-h)$, wird

$$\varphi \frac{a^2}{2b} (b + h) = \zeta h^2 \ldots\ldots (III.)$$

nicht minder wird obiges Verhältniß (2) zu

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f+h) : \zeta h^2 \ldots\ldots (IV.)$$

Vergleicht man dieſes Glied für Glied mit der Gleichung (3), wo $f+h \angle b+h$, und $\frac{c^2}{f} \angle \frac{a^2}{b}$; ſo folgt, daß

$$\varphi \frac{c^2}{2f} (f+h) \angle \zeta h^2.$$

Sind nun die Expanſivkräfte des Kugelabſchnittes lq mit dem widerſtehenden Zuſammenhange des Kegels Bl im Gleichgewichte: ſo müſſen

1) jene Kräfte für jeden andern Kugelabſchnitt Lq, Nq den zugehörenden Zuſammenhang übertreffen.

2) Sie müſſen um ſo mehr wachſen, je näher ſie der Axe kommen, weil das erſte Glied des Verhältniſſes (4) abnimmt, je kleiner c und f iſt, während das zweite Glied unverändert bleibt.

3) Die elaſtiſche Flüſſigkeit theilt im Momente ihrer Entwickelung den Körper lBBl in eine Menge kegelförmiger und konzentriſcher Schnitte, die immer dicker werden, je weiter ſie ſich von der Exploſionslinie entfernen. Die ihr zunächſt liegenden aber, da ſie mit einer verhältnißmäßig ſtärkern Kraft fortgeſtoßen werden, müſſen daher auch zuerſt weichen. Wirklich ſieht man bei der Exploſion einer Mine in der Mitte des Trichters zuerſt einen kleinen Hügel entſtehen, der ſich immer mehr und mehr erhebt, der ſich endlich zertrennt und mit großer Heftigkeit als Erdgarbe empor geſchleudert wird.

4) Da die fortſtoßende Kraft auf den Kugelabſchnitt lq als mit dem Widerſtande des Erdkegels Bl im Gleichgewichte angeſehen worden, von da an aber gegen die Axe hin dieſes Gleichgewicht aufgehoben wird: kann man das Stück lBBl als das Maximum der Wirkung der Mine C betrachten.

Wird der Halbmeſſer der Kammer vergrößert, während die Exploſionslinie dieſelbe bleibt: wächſt auch die forttreibende Kraft für jedes Element der Kugel, und wenn ſie vorher den Bogen lq begriff, wird ſie nun den Bogen Lm umfaſſen. Nennt man cLm mit R und Ac mit x, ſo iſt ALm = x — R, und der daraus entſtehende Kegel wird

$\frac{\pi}{2}\left(\frac{x^2 - R^2}{x}\right) \sqrt{x^2 - h^2}$). Der Zuſammenhang ſtellt

$\varphi \frac{}{2}\left(\frac{x^2 - R^2}{x}\right) \sqrt{x^2 - h^2}$) dar, und die ganze Summe der Kräfte HgG wird $\varphi \frac{\pi}{2}\left(\frac{x^2 - h^2}{x^2}\right) . (x^2 - R^2)$.

Hiernach iſt die forttreibende Kraft an dem, x entſprechenden Kugelabſchnitte in der Kammer, die r zum Halbmeſſer hat $= \psi \pi r^2 \left(\frac{x - h}{x}\right)$. Nennt man F die forttreibende Kraft für den Bogen Lm. Q, ſo bekommt man

$$\psi \pi r^2 \left(\frac{x - h}{x}\right) : F = r^2 : R^2$$

daher wird $\psi \pi R^2 \left(\frac{x - h}{x}\right) = \varphi \frac{\pi}{2} \frac{x^2 - h^2}{x^2} (x^2 - R^2)$,

daher $\psi = \varphi \frac{(x+h)(x^2 - R^2)}{2 x R^2}$.

Aus der vorhergehenden Gleichung (1) hat man aber $\psi = \varphi \frac{a^2 (b^2 - r^2)}{2 b a^2 (b - h)}$; folglich wird

$$\frac{(x + h)(x^2 - R^2)}{x R^2} = \frac{a^2 (b^2 - r^2)}{b a^2 (b - h)} \quad \ldots\ldots (V.)$$

und man bekommt folgende Werthe von x,

$$x = \sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}\right)}\right)} + \sqrt[3]{\left(-\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}\right)}\right)} - \frac{h}{3};$$

$$x = \tfrac{1}{2}\sqrt[3]{\left(+\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}}\right)} + \tfrac{1}{2}\sqrt[3]{\left(+\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}}\right)} \pm$$

$$\tfrac{1}{2}\left(\sqrt[3]{+\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}}}\right) - \sqrt[3]{+\frac{q}{2} - \sqrt{\left(\frac{qq}{4} + \frac{p^3}{27}\right)}}\Bigg)\Bigg) \sqrt{-3} - \frac{h}{3};$$

Es muß zugleich $p = -\frac{h^2}{3} - R^2 \left(1 + \frac{a^2 (b^2 - r^2)}{b r^2 (b - h)}\right)$; und

$$q = \frac{2h^3}{27} - \frac{h}{3}R^2\left(1 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right) - R^2 H.$$

Wählt man denjenigen Werth von x, der den Bedingungen der Aufgabe entſpricht: ſo iſt dadurch die Secante des Bogens LQ, und folglich die Oberfläche des zugehörigen Kugelabſchnittes gefunden, wo die forttreibende Kraft mit dem zugehörenden Widerſtande im Gleichgewichte iſt.

Liegt die Minenkammer, die R zum Halbmeſſer hat, unterhalb des Punktes C in Cc; muß man im erſten Gliede die Gleichung (5) H für h ſetzen, damit ſie

$$\frac{(x+H)(x^2-R^2)}{xR^2} = \frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)} \text{ wird} \ldots\ldots \text{(VI.)}$$

Hier muß $p = \frac{H^2}{3} - R^2\left(1+\frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right)$; und

$$q = \frac{2H^3}{27} - \frac{HR^2}{3}\left[1+\frac{a^2(b^2-r^2)}{br^2(b-h)}\right] - R^2 H$$

ſeyn, und den Wurzelgrößen $-\frac{H}{3}$ anſtatt $-\frac{h}{3}$ zugeſetzt werden.

Wenn endlich bei einer tiefer liegenden Mine Cc, ihr Durchmeſſer nicht vergrößert wird, ſo bekommt man in der Gleichung (5) durch Subſtituiren H für h, und r für R, weil zugleich $ACc = x$; $Ccp = H$ und $Ccl = r$ iſt,

$$\frac{(x+H)(x^2-r^2)}{x} = \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)} \ldots\ldots \text{(VII.)}$$

Bei der Auflöſung würde man dann $p = \frac{H^2}{3} - r^2 - \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)}$; und $q = \frac{2H^3}{27} + \frac{H}{3}\left[r^2 + \frac{a^2(b^2-r^2)}{b(b-h)}\right] - r^2 H$ ſetzen müſſen. Würde nun hier $x < H$, ſo folgte daraus: daß die forttreibende Kraft zu Ueberwindung des Zuſammenhanges nicht hinreichend wäre, und daß daher keine Zerreiſſung ſtatt finden kann. Soll aber ein wirklicher Trichter entſtehen, muß das expanſible Gas nach Aufhebung des Zuſammenhanges der Erdtheilchen noch Kraft genug beſitzen, den Erdkegel zu heben. Nennt man den Widerſtand des letztern, in Rückſicht ſeiner Maſſe, P; den Druck des expanſiblen Gaſes gegen jedes Theilchen des Kugelſtückes nach der Zerreißung ψ; ſo endlich y, und erwägt man: daß hier blos die mit der Axe parallele Kraft $\psi \frac{\pi}{2} y^2$ wirkſam iſt, ſo ſieht man leicht: daß kein Trichter ausgehoben werden kann, wenn $P > (\psi)\frac{\pi}{2} y^2$, oder wenn auch nur $P = (\psi)\frac{\pi}{2} y^2$ iſt. In dem letztern

Falle werden jedoch die Trümmern des Erdkegels einzeln herausgeworfen. Denn, nimmt man den letztern als einen völligen Kegel an, der durch Umdrehung des Dreieckes Bcp. Fig. 208. Tab. XVI. entſtanden iſt, und durch eine zu $(lo)^2$ verhältnißmäßige Kraft in der Richtung ſeiner Axe fortgeſtoßen wird, ſo bekommt man für ſeinen Inhalt:

$$\frac{\pi h^3 y^3}{2 \cdot 3 (r^2 - y^2}$$

und $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2 - y^2)} : \psi$ iſt das Verhältniß des Widerſtandes dieſes Kegels gegen die Kraft, die ihn von ſeiner Stelle zu bewegen ſtrebt, weil co : lo = cp : Bp, oder $\sqrt{r^2 - y^2} : y = h : Bp = \frac{h y}{\sqrt{r^2 - y^2)}}$ und D die Dichtigkeit des Mittels iſt. Wenn aber für dieſen Kegel $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(^2 - y^2)} = \psi$ iſt, muß man für jeden kleineren Kegel $\frac{d}{3} \frac{h^3}{(r^2 - y^2)} < \psi$ bekommen. W. E. W.

Hieraus folgt auch: daß, wenn der Widerſtand, welchen irgend ein Erdkegel ſeiner Aushebung entgegenſetzt, mit der Expanſivkraft der Ladung im Gleichgewichte ſteht, die Mine nothwendig einen kleineren Trichter bilden muß. Hat man für einen Kegel DCp die Gleichung $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2 - y^2)} = \psi$, wird für jeden andern Werth von $y^b > y$, folglich für jeden andern größeren Kegel $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2 - y^{b2})} > \psi$; denn ſo wie y wächſt, nimmt $r^2 - y^2$ ab, und das zweite Glied der Gleichung bleibt unveränderlich, während das erſte größer wird.

Wird die Mine kleiner, ohne die *kürzeſte Widerſtandslinie* pC zu verändern, und drückt $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(R^2 - y^2)} : \psi$ das Verhältniß des Erdkrgels zu der Kraft des Pulvergaſes für eine Minenkammer, deren Halbmeſſer R iſt, aus: ſo giebt $\frac{D}{3} \frac{h^3}{(r^2 - z^2)} : \psi$ daſſelbe Verhältniß für den Halbmeſſer r. Weil nun $R^2 - y^2 > r^2 - z^2$, muß auch $\frac{h^3}{r^2 - z^2} > \frac{h^3}{R^2 - y^2}$. Oder: mit der Verringerung der Ladung einer Mine nimmt auch die Wirkung des expanſiblen Gaſes auf den Erdkegel ab, ſo daß endlich wohl noch eine Zerreißung, aber kein Herauswerfen deſſelben mehr ſtatt findet.

Alles dieſes findet jedoch nur in dem erſten Momente der Exploſion ſtatt; denn ſobald der Erdkegel herausgehoben iſt, um-

hüllt ihn die elaſtiſche Flüſſigkeit, und die bewegende Kraft verhält ſich nicht mehr, wie das Quadrat von lo, ſondern wie das von Bp. Die Flüſſigkeit verliert zugleich durch die Ausbreitung einen Theil ihres Vermögens, und ſo wie ſich die Erde aus dem Trichter erhebt, nimmt ψ ſtets, nach einem bis jetzt unbekannten Geſetze ab. Um ſo mehr, als die expanſive Kraft außer dem Zuſammenhange und der Schwere des Erdkegels auch noch das Gewicht der auf ſeiner Grundfläche ruhenden Luftſäule zu überwinden hat.

Dieſes Gewicht kann zwar die forttreibende Kraft ſelbſt nicht verringern, und der Bogen ll bleibt immer derſelbe; allein das Herausheben des Trichters wird dadurch gehindert und ſein Volumen durch den Druck auf BB verringert. Man findet deshalb bis auf eine ziemliche Entfernung die Erde rings um den Trichter einer geſprungenen Mine erſchüttert, und dieſer Erſchütterungskreis (globe de commotion) ſtark geladener Minen wird von Belidor mit dem Namen der Druckkugel belegt, weil die durch denſelben gehenden Gallerien eingedrückt werden. Marescot giebt ihm den Namen des Zerreißungskreiſes (Cercle de friabilité); man nimmt ihn ſehr deutlich auf dem Erdboden, rings um den Trichter einer geſprungenen Mine wahr, und die Zerreißung iſt ſo heftig, daß bei einer 16 Fuß tief liegenden Mine ein 4 Fuß von dem Rande des Trichters entferntes Glaçis dadurch eingeſtürzt ward. Es ſcheint aus einigen Verſuchen hervorzugehen: daß der Erſchütterungskreis bei Minen, deren Trichter das Doppelte der kürzeſten Widerſtandslinie iſt, die Hälfte dieſer Linie beträgt, von dem Rande des Trichters an gerechnet. Man ſieht leicht: daß hier — wie bei allen, mit der Naturlehre verwandten und in gewiſſem Betracht von ihr abhängigen Wiſſenſchaften — die Erfahrung allein beſtimmen kann. Wird eine Mine c, Fig. 127 und 208 nach und nach in verſchiedenen Tiefen, jedoch in dem nämlichen Terrain, angelegt, ſo erzeugt die fortſtoßende Kraft Körper, die von einer beſtimmten Grenze ausgehen und immer abnehmen, wie ſie der Oberfläche der Erde näher kommen. Die Ordinaten lo dagegen, deren Quadraten die Kräfte proportional ſind, welche den Erdkegel aus dem Trichter zu werfen ſtreben, wachſen in dem nämlichen Verhältniß. Da nun auf der einen Seite der Widerſtand kleiner wird, während auf der andern die Kraft zunimmt: muß nothwendig die Mine auf einem beſtimmten Punkte alle zerriſſene Erde herauswerfen, ohne einen Erſchütterungskreis zurück zu laſſen. Man darf demnach nur zu erfahren ſuchen: bei welcher Linie des geringſten Widerſtandes dieſe Wirkung ſtatt findet? Sind alsdann die genauen Ausmeſſungen einer in dieſer Tiefe liegenden Mine bekannt; wird man vermittelſt einer der vorhergehenden Gleichun-

gen (V) (VI) (VII) den Werth von x für jede andere, in demſelben Erdboden willkührlich angelegte Mine finden können.

Obgleich man bei der wirklichen Anwendung der Minen im Kriege das Pulver nehmen muß, wie es aus den Magazinen oder aus dem Artilleriepark geliefert wird: bedarf doch der große Einfluß ſeiner beſſern oder ſchlechtern Beſchaffenheit auf die Wirkung einer Mine, unter übrigens durchaus gleichen Umſtänden, keines Beweiſes. Dieſe Wirkung kann ſo große Anomalien geben, daß dadurch ſelbſt die, übrigens mit der größten Sorgfalt angeſtellten Erfahrungen unbrauchbar werden, weil die, welche die letztern leiteten, keine Rückſicht auf die wirkliche Beſchaffenheit des Pulvers bei ſeiner Anwendung nahmen.

Man muß deshalb zuvörderſt die wirkliche Stärke des Pulvers durch den Probemörſer prüfen, um aus dem gefundenen Verhältniß die Ladungen zweier, in derſelben Tiefe und in dem nämlichen Erdboden liegenden Minen zu beſtimmen, damit ſie einerlei Trichter hervorbringen. Wäre demnach p und P der Druck, welchen zwei verſchiedene Gattungen Pulver vermöge ihrer verſchiedenen Stärke auszuüben fähig ſind, und hätte p in der Minenkammer cl. Fig. 208. Tab. XVI. die Trennung der Erde nach Bl bewirkt; iſt ferner cl = r, Bp = a, cB = b, cp = h, und r + x der Halbmeſſer der verlangten Mine: ſo iſt für eine Mine, die 2r zum Durchmeſſer hat:

$$\varphi \frac{a^2}{2b}(b^2 - r^2) = p r^2 (b - h);$$ daher

iſt $\varphi \frac{a^2}{2b} = \frac{p r^2 (b - h)}{b^2 - r^2}$; der Gleichung (1) zufolge.

Für die geſuchte Mine, deren Halbmeſſer = r + x, hat man gleichfalls:

$$\varphi \frac{a^2}{b^2}\left(b^2 - (r + x^2)\right) = P (r + x)^2 (b - h);$$

daraus wird:

$\varphi \frac{a^2}{b^2} = \frac{P (r + x)^2 (b - h)}{b^2 - (r + x)^2}$; und durch die Reduction bekommt man:

$$x^2 + 2rx + \frac{\frac{p}{P}(r^4 - b^2 r^2) + b^2 r^2 - r^2}{\frac{p}{P} r^2 + b^2 - r^2} = 0;$$

daher $x = -r + br \frac{\sqrt{\frac{p}{P}}}{\sqrt{\left(\frac{p}{P} r^2 + b^2 - r^2\right)}}$;

welches einen doppelten Werth für den Halbmeſſer der geſuchten Mine r + x giebt:

$$\pm br \frac{\sqrt{\frac{p}{P}}}{\sqrt{\frac{p}{P} r^2 + b^2} - r^2}.$$

Plus gilt für den Fall, wo P < p, und wo der Radius der Kammer wächſt; minus aber für den, wo P > p, weil alsdann die Kammer kleiner werden muß.

Die Beſtimmung des Verhaltniſſes $\frac{p}{P}$ kann keine Schwierigkeit machen, weil es nicht darauf ankommt, die abſolute Pulverkraft zu kennen, ſondern blos ein Verhältniß der gegenſeitigen Stärke nach der Erfahrung auszumitteln, das für die Praktik genau genug iſt. Man kann mit Lombard annehmen: „daß die durch gleiche Ladungen zweier verſchiedenen Pulvergattungen mitgetheilte Geſchwindigkeiten ſich verhalten, wie die „Quadratwurzeln der mit dem Probemörſer erreichten Wurfweiten.“

Hat nun das Pulver, deſſen Kraft durch p ausgedrückt wird, die Kugel auf die Weite d getrieben, das andere P aber die Wurfweite D hervorgebracht: ſo iſt $\frac{p}{P} = \frac{\sqrt{d}}{\sqrt{D}}$, das in den Werth von x geſetzt, die Aufgabe löſet.

Da dieſe Gleichung kein φ enthält: iſt ſie dadurch von dem Zuſammenhange der Erde völlig unabhängig, und findet für den ganzen Erdkegel IBBI ſtatt. Die Probemine mag daher auch einen Erſchütterungskreis hinterlaſſen, oder nicht; die Dimenſionen ihres Trichters werden immer b und a geben, und man durch die unten folgende Gleichung (IX.) den Werth von x für alle Fälle bekommen.

Es wird aber die Geſchwindigkeit der Ausbreitung des expanſiblen Gaſes durch den Zuſammenhang der Erde gehindert, und entſteht daraus eine, jenem Zuſammenhange verhältnißmäßige Verringerung der Bewegung. Der Prof. Alix in der Schule zu Verdün hielt das Verhältniß des Zuſammenhanges der Erde zu dem Inhalte des Trichters in jeder Erdart für ein und daſſelbe: obſchon man von ſelbſt ſieht: daß jede verſchiedene Erdart: Thon, Sand, Kies, Felſen, einen ganz verſchiedenen Zuſammenhang haben muß. Demungeachtet lehrt die Erfahrung: daß die, nach der Theorie des Prof. Alix berechneten Minenladungen genügende Reſultate geben, weil man immer ähnliche Trichter zu bekommen ſucht, und die in derſelben Erdart geſprengten Probeminen zum Grunde legt. Denn angenommen: daß im erſten Momente der Exploſion das elaſtiſche Gas gleichförmig gegen die Wände der Kammer drückt, bekommt man für den Ausdruck des durch den Zuſammenhang der Erdtheilchen entſtehenden Widerſtandes $\varphi \frac{\pi}{2} \frac{a^2}{b^2} (b^2 - r^2)$;

wie ſchon oben geſagt worden. Iſt nun der Zuſammenhang in einer andern Mine $\varphi \frac{\pi A^2}{2B^2}(B^2 - R^2)$, und benennt man den Widerſtand des Zuſammenhanges zweier verſchiedenen Erdkegel T und t, den dadurch verlornen Theil der Pulverkraft aber Q und q, ſo bekommt man

$$Q : q = T : t = \varphi \frac{\pi a^2}{2b^2}(b^2 - r^2) : \varphi \frac{\pi A^2}{2b^2}(b^2 - r^2)$$

$$= a^2 - \frac{a^2 r^2}{b^2} : A^2 - \frac{A^2 R^2}{B^2} \ldots\ldots\ldots \text{(VIII.)}$$

„Weil aber $lo = \frac{ar}{b}$ (Fig. 208. Tab. XVI), verhal„ten ſich die, durch den Widerſtand des Zuſammen„hanges der Erde verlornen Kräfte der elaſtiſchen „Flüſſigkeit, wie der Unterſchied der groſsen und klei„nen Umkreiſe der Trichter, dieſe als abgeſtumpfte „Kegel betrachtet, deren Spitze im Mittelpunkt der „Kammer liegt.“

Sieht man den Erdkegel als einen vollkommnen Kegel an, ſo wird in dieſer Formel $r = o$ und $R = o$; daher wird auch

$$Q : q = a^2 : A^2.$$

Nun iſt im erſten Momente der Entzündung

$$F : f = \frac{a^2 r^2}{b^2} : \frac{A^2 R^2}{B^2}$$

Sobald jedoch die Trennung der Theilchen erfolgt iſt, läſst ſich annehmen: daſs die elaſtiſche Flüſſigkeit den ganzen Erdkegel umgreift, weil bei dem Nachgeben der Erde der Zuſammenhang nur nach und nach aufgehoben werden kann. Es wird daher

$$F : f = a^2 : A^2$$

Folglich auch $Q + F : q + f = a^2 : A^2$

nämlich: „die Summe der Kräfte, welche eine Mine anwendet, „den Zuſammenhang der Erde zu überwinden und einen Trich„ter herauszuheben, verhält ſich zu derſelben Summe bei einer „andern Mine, wie der Umkreis des erſten Trichters zu dem „Umkreiſe des zweiten Trichters.“ Es muſs demnach bei zwei, in einem gleichförmigen Erdboden liegenden Minen, wenn ſie ihren Ladungen proportionale Trichter auswerfen ſollen, der Zuſammenhang der Erde jedesmal einen, dieſen Ladungen ebenfalls proportionalen Widerſtand leiſten.

Um aber vermittelſt der Gleichung:

$$\varphi \frac{a^2}{2b}(b^2 - r^2) = \psi r^2 (b - h); \text{ und } \varphi \frac{A^2}{2B}(B^2 - R^2)$$

$= \psi R^2 (B - h)$ das Verhältniſs des Zuſammenhanges verſchiedener Erdarten zu finden, muſs man

1) für dieſelbe k. W. L. und eine gegebene Ladung in jeder Erdart den Trichter einer Probemine beſtimmen, der keinen Erſchütterungskreis nachläßt;

2) die abſolute Kraft des Zuſammenhanges irgend einer Erdart finden, um durch das Verhältniß $\frac{\Phi^1}{\Phi}$, nach Auflöſung der vorhergehenden Frage, den wirklichen Widerſtand jeder Erdart auszumitteln.

Wie bei allen rein praktiſchen Wiſſenſchaften, kann nur allein die Erfahrung hier zur ſichern Führerin dienen. Man muß demnach in den verſchiedenen, möglichen Erdarten Probeminen ſpringen laſſen, und die Wirkung anderer Minen dagegen halten, indem man zugleich die Ladungen und die k. W. L. ändert.

Da nun bei Minen, deren Trichter ihren Ladungen proportional ſind, der Zuſammenhang der Erdtheilchen ſich wie die Erdkegel verhält, ſo erhält man für den erſten Moment der Wirkung

$$P : p = T^2 ((m+1)\ HD + 3b) : t^2((n+1)\ h\delta + 3\beta,$$

wo P und p die Ladungen der beiden Minen, H und h ihre k. W. L., T und t die Halbmeſſer der äußeren Umkreiſe ihrer Trichter, D und δ die Dichtigkeit des Erdbodens, b und β die Höhe der Luftſäulen, auf die Dichtigkeit des zugehörigen Erdbodens reduzirt, und m und n das Verhältniß des Zuſammenhanges zu dem Inhalte tn beiden Erdkegeln ausdrücken.

Setzt man hier m = n, und D = δ, ſo wird

$$P : p = T^2 \left[H + b\frac{3}{(m+1)D}\right] : t^2 \left(h + b\frac{3}{(m+1)D}\right. \ldots\ldots (IX.)$$

Zwar iſt hier überall der Erdboden als unpreßbar vorausgeſetzt worden, welches er doch eigentlich nicht iſt; denn der Zuſammenhang und die Elaſtizität ſcheinen in einer Art von Verhältniß zu einander zu ſtehen; allein, es giebt keinen Weg, dieſes Verhältniß zu beſtimmen, oder die Wirkung der Elaſtizität auszumitteln, wenn nach Vernichtung des Zuſammenhanges der Erdkegel gehoben und zerſtreuet wird. Der Gegendruck der innern Wände der Pulverkammer erhöhet unbezweifelt die Wirkung des expanſiblen Gaſes; es läßt ſich aber nicht entſcheiden; ob der Trichter dadurch vergrößert, oder ob blos die Geſchmeidigkeit des herausgeworfenen Erdkegels dadurch vermehrt wird.

Iſt H = h, ſo verhalten ſich die Erdkegel wie ihre Grundflächen; und wegen der Preßbarkeit der Erde iſt das Verhältniß der Triebkräfte daſſelbe. Die Gleichung (IX) giebt demnach in dieſem Falle ein für die Ausübung genügendes Reſultat. Sie wird bei jener Vorausſetzung:

$$P : p = T^2 : t^2;$$

oder: **ſind die k. W. L. gleich: verhalten ſich die Ladungen wie die Quadrate der Trichterhalbmeſſer.**

Die Größe der Trichter nimmt zwar hiernach mit den Ladungen zu und ab, allein dieſe Wirkung hat ihre Grenzen. Bei zu ſehr verſtärkten Ladungen würde ſich ein ſehr beträchtlicher Theil derſelben erſt im zweiten Momente, folglich außerhalb der Kammer in einem größeren Raume entzünden, und deshalb nichts zu Vergrößerung des Trichters beitragen. Wird im Gegentheil die Ladung zu klein, kann die Pulverkraft wohl den Zuſammenhang des Erdbodens aufheben, aber kein Trichter entſtehen, wie ſchon vorher erwieſen worden. „Es wachſen demnach „weder die Trichter allezeit im Verhältniß der Ladungen, noch „muß jede Ladung nothwendig einen Trichter hervorbringen.“ S. Ladungen, Trichter, Minenkrieg, Schacht-, Vertheidigungsminen.

Minenäſte (Rameaux) ſind die, von den Hauptgallerien ausgehenden Nebengänge, an deren Enden die Kammern angelegt werden. Sie unterſcheiden ſich von den Hauptgängen blos durch ihre Maaße, denn die großen Rameaux ſind 3 Fuß im Lichten hoch, und $2\frac{1}{2}$ Fuß weit, die Rameaux aber haben nur $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe bei 2 Fuß Breite. Das Holzwerk zu dem Austrempeln der Minenäſte beſteht aus Kappen, Ständern und Schwellen, von denen die letztere den Ständern zur Unterlage dient, die oben von der Kappe bedeckt werden. Für die Stärke des Holzwerkes ſetzt man gewöhnlich bei Eichenholz:

	Große Rameaux	Rameaux
Kappen.	4 und 4 Zoll.	3 und 4 Zoll.
Thürſtöcke oder Stempel.	3 — 4 —	3 — 3 —
Grundſchwellen.	3 — 4 —	3 — 3 —

Wenn jedoch Kienen- oder Tannenholz angewendet wird, muß man den Holzſtücken ½ Zoll mehr Stärke auf jeder Seite geben, um ihnen dadurch mehr Widerſtand zu verſchaffen. Die Thürſtöcke werden oben auf ihrer halben Breite 1 Zoll tief eingeſchnitten, damit die ähnlichen Einſchnitte (Platten) der Kappen darauf paſſen, und die letztern um ſo feſter liegen.

In ſehr lockerem Boden kann man ſich mit Vortheil der holländiſchen Rähmen (Fig 13. Tab. I. bedienen, die aus 4 Bretſtücken von 9 Zoll Breite und $1\frac{3}{4}$ bis 2 Zoll Stärke zuſammengeſetzt ſind. Da hier keine Breter hinter die Thürſtöcke und Kappen geſchoben werden dürfen, geht die Arbeit um ſo ſchneller; auch darf man das Einrollen der Decke des Ganges nicht befürchten, weil immer nur 10 Zoll breit vorwärts gegraben wird, um den zweiten Rähmen einzuſetzen.

Soll der Minengang ſteigen oder fallen: werden die Dielen, dem Neigungswinkel der Sohle des Ganges gemäß, oben und unten ſchräge geſchnitten, damit die Grundſchwellen allezeit flach auf die Sohle des Ganges zu liegen kommen. Der Neigungswinkel des Ganges aber iſt leicht zu beſtimmen: er ergiebt ſich aus dem Unterſchiede der Tiefe, in welcher die Minenkammer unter dem Horizonte, und der Tiefe des Anfangspunktes, von wo der Rameau ausgeht. Soll demnach aus A ein Nebengang nach B getrieben werden, daß dieſe Kammer 10 Fuß zur k. W. L. behält, während A 20 Fuß unter der Oberfläche des Erdbodens CD. Fig 209. Tab. XVI. liegt: wird AD — BC = AF das ganze Steigen des Rameaux anzeigen, das auf die Länge FB vertheilt werden muß, um die ſchräge Richtung der Bretſtücken zu bekommen.

Die Minenäſte gehen entweder in ſenkrechter Richtung, oder unter mehr oder weniger ſpitzen Winkeln von den Hauptgängen aus. Man ſollte immer die letztere Richtung wählen, Fig. 121. Tab. X., die den doppelten Vortheil gewährt: daß ſie den Luftzug in den Gallerien begünſtiget, und daß die Minenäſte dadurch länger werden. Das letztere kommt um ſo mehr in Anſchlag, als die Rameaux der Gegenminen niemals fertig gehalten werden dürfen, ſondern erſt bei dem wirklichen Angriff des Feindes aus den Horchgängen abgetrieben werden müſſen. (S. Minengänge.)

Minenarbeit muß ſtets mit dem größten Eifer gefördert werden; denn hier hängt von einer Viertelſtunde mehr oder weniger oft der ganze Erfolg einer Mine ab. Sobald der unterirdiſche Krieg eingeleitet iſt, müſſen die Minirer in ſteter Thätigkeit ſeyn: ihre Arbeit zu vollenden und dem Feinde zuvorzukommen; ſey es, ſeine Arbeiten zu ſprengen, oder ihn durch Dampfminen aus der Gallerie zu vertreiben. Da der Minirer bei allen dieſen Arbeiten ſich ſtets in einer gezwungenen, beſchwerlichen Stellung befindet, er mag nun horchen, den Gang treiben, laden, oder beſetzen: muß er ſtets von 8 zu 8 Stunden abgelöſet werden, um hinreichende Zeit zur Ruhe und Erholung zu haben. Man muß zu dem Ende bei den Angriffsminen auf jede Gallerie 18 Minirer und 36 Handlanger rechnen, von denen jedesmal 6 mit 12 Handlangern im Dienſt ſind. Zwei arbeiten vor dem Ort, oder an der Spitze des Ganges, die übrigen 4 richten die Thürſtöcke, Schwellen und Bretter zu, und treten ſogleich ein, wenn einer durch die böſen Wetter krank, oder gequetſcht wird. Die Handlanger ſchaffen den Abraum aus dem Gange, wobei man dieſe Arbeit ſo viel als möglich dem Feinde zu verbergen ſuchen muß. Sie bringen zugleich das Pulver

und das Holz zum Verſatz nach der Kammer, wobei ſie von einem Unteroffizier oder Minirgefreiten geführt werden.

Bei den Vertheidigungsminen wird die Arbeit der Minirer theils durch die Beſchaffenheit der ſchon vorhandenen Minengänge, theils durch den feindlichen Angriff beſtimmt. Auch hier theilt man die Minirer in Brigaden von 6 Mann, deren jede 12, oder auch wohl, bei dem Mangel an Minirern, 18 Handlanger bekommt. Scheint auch anfangs eine zu große Anzahl Minirer in der Feſtung zu ſeyn: wird doch die heftige Anſtrengung im Laufe der Belagerung ihre Zahl bald auf zwei Drittheile, oder wohl gar auf die Hälfte herabſetzen.

In Hinſicht der zur Minenarbeit erforderlichen Zeit glaubt Mouzé, daß ein 3 Fuß ins Gevierte haltender Schacht in gutem Boden 9 Fuß tief in $2\frac{1}{2}$ Stunden abgeſenkt werden könnte, wozu er noch $\frac{1}{2}$ Stunde für das Einlegen der Gerinne oder Röhren, die Verſchalung mit Brettern ꝛc. rechnet, vorausgeſetzt: daß der Minirer ſehr fleißig arbeitet und jede halbe Stunde abgelöſet wird. Findet jedoch keine halbſtündige Ablöſung ſtatt, werden 4 Stunden zu dieſer Arbeit nöthig ſeyn.

Minengänge von 6 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite wurden nach wiederholten Erfahrungen 3 Fuß lang in 9 Stunden beendiget, wenn in ſchlechtem Boden alles mit gehöriger Aufmerkſamkeit ausgeſtempelt und ausgeſchalet wird. In gutem Boden und bei ſchnellerer Arbeit kann man annehmen: daß jede Brigade in 6 Stunden 3 Fuß vortreiben kann, welches 12 Fuß in 24 Stunden beträgt. Bei nur $4\frac{1}{2}$ Fuß hohen Gallerien und in gutem Boden, der 4 Fuß weite Vertrempelung geſtattet, kann jede Brigade in 24 Stunden 18 Fuß beendigen.

Bedient man ſich endlich der holländiſchen oder Dielen-Rähmen: ſo kann jede Minirbrigade in 24 Stunden 42 bis 48 Fuß vorrücken.

Minenauge (oeil de la mine) iſt die veraltete Benennung des Einganges einer Minengallerie, die in der früheren Zeit immer vermittelſt eines fallenden Stollen ſtatt hatte, während es gegenwärtig häufig durch abgeteufte Schächte geſchiehet.

Minenbrunnen (puits), ſ. Schacht.

Minengänge (galeries) ſind entweder Hauptgänge (grandes galeries) von 6 Fuß Höhe und 3 Fuß Breite; halbe Gänge (demi-galeries), $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, 3 Fuß breit; Nebengänge oder große Aeſte und Nebenäſte, von welchen beiden ſchon vorher (Minenäſte) geredet worden iſt. Dieſe letztern werden im Angriffskriege, alle aber im Vertheidigungs-

kriege angewendet. Die Hauptgänge bekommen nach ihrer verſchiedenen Lage auch verſchiedene Namen: Haupt- oder innere Minen (galeriers majeures oder d'escarpe), wenn ſie im Innern der Werke liegen; am äußern Grabenrande, oder unter dem bedeckten Wege heißen ſie Magiſtralgänge oder Gallerien zu Rückenfeuer (galeries de contrescarpe); Umfaſſungsgallerien (d'enveloppe) endlich, wenn ſie unter dem Glaçis, mit dem Umriß ſeines Kammes ziemlich gleichlaufend, angebracht ſind. Wenn halbe Gallerien von dieſen Hauptgängen in gerader oder ſchräger Richtung in das Feld vorlaufen, heißen ſie Horchgänge (écoutes), oder auch Verbindungsgänge (galeries de communication), wenn ſie auswärts einen beſondern Ausgang haben. (S. Horchgänge und Minenäſte.)

Die Gänge der Vertheidigungsminen werden entweder ausgemauert, oder — wie es bei den Nebengängen immer der Fall iſt — mit Holz ausgeſetzt; die Angriffsminen aber werden durch letzteres Verfahren allein gegen den Einſturz geſichert. Das Anbrechen eines Ganges (Entrer en galerie) geſchieht von außen herein, z. B. bei einem trocknen Graben von der Contreſcarpe, oder aus einem ſchon fertigen Schacht, der eine ſolche Lage hat: daß die eine ſeiner Seiten auf der dem Gange zu gebenden Richtung ſenkrecht ſtehet. Nachdem man in dem erſtern Falle die Futtermauer durchbrochen hat, oder ein zweiter der Rähmen dicht über der Kappe (Chapeau) des zu treibenden Ganges gelegt worden iſt: gräbt der Minirer den Schacht noch um die Höhe des Ganges tiefer, und legt noch zwei Geviere oder Rähmen ein, von denen der unterſte ganz in die Sohle des Schachtes verſenkt wird. Um die Mitte des letztern zu beſtimmen, werden oben aus den vier Ecken deſſelben 2 Schnuren übers Kreuz gezogen, damit man unter ein, aus ihrem Durchſchnittspunkte herabfallendes Loth einen Pfahl einſchlagen kann, der gemeinſchaftlich mit 2 andern Pfählen dicht am Anbruch des neuen Ganges und auf der gegenüber ſtehenden Seite die Richtung des Ganges andeutet. Der Minirer gräbt nun die Schwelle B, Fig. 210. ein, und nachdem er die Thürſtöcke A aufgeſtellt und die Kappe C darüber gelegt hat: treibt er über letztere die Schwartenpfähle D (ſ. Minenhölzer) von beiden Seiten nach der Mitte zu in den Erdboden. Die Decke bekommt dadurch Unterſtützung, ſo daß der Minirer in guter feſter Erde bis 3 oder 4 Fuß weit vorwärts arbeiten kann, ehe er einen neuen Thürſtock aufſtellt. So wie an der Decke, werden auch zu beiden Seiten Schwartenpfähle hinter die Decke getrieben, um die Seitenwände zu halten.

Um die Schwelle genau auf die Direction des Minenganges zu richten, legt er die durch einen Sägenſchnitt bezeichnete Mitte derſelben, vermittelſt einer über die eingeſchlagenen Pfähle

gezogenen Schnur, in dieſe Linie, und unterſucht alsdann ihre winkelrechte Lage gegen jene durch ein Winkelmaaß, oder vermittelſt des gleichſchenklichten Dreieckes bCb, Fig. 211. Tab. XVI.

In ſehr ſchlechtem Boden kann der Minirer nicht ſo weit vorgehen, ohne der Decke eine einſtweilige Unterſtützung zu geben. Dieſes geſchicht vermittelſt eines Helfthürſtockes, der unter die Decke geſtellt, hernach aber wieder hinweggenommen wird, wenn der zweite Rähmen an ſeinem Orte iſt. Da der Helfthürſtock nur auf kurze Zeit die Laſt der Decke zu unterſtützen hat, kann er um $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll ſchwächer ſeyn, als das übrige Holzwerk. Er wird ſich dadurch um ſo leichter bewegen laſſen. Das Maaß der Thürſtöcke iſt

	Hauptgallerien		Halbe Gallerien	
	hoch	breit	hoch.	breit.
Kappen.	6 Zoll.	5 Zoll.	5 Zoll.	4 Zoll.
Thürſtöcke.	5 —	5 —	4 —	4 —
Schwellen.	5 —	3 —	4 —	3 —

Wenn man ſchwaches Tannen- oder Fichtenholz haben kann, und daher nicht genöthiget iſt: ſtarkes Holz in den angegebenen Maaßen ſchneiden zu laſſen; wird jenes blos von der Rinde befreiet, und rund angewendet. Es muß jedoch in dieſem Falle 2 bis 3 Zoll mehr im Durchmeſſer halten; die Kappen 8 bis 9 und die Thürſtöcke und die Schwellen 7 bis 8 Zoll, weniger oder mehr, je nachdem die Erde feſter oder ganz loſe iſt, und folglich auch mit größerer Gewalt auf die Decke und gegen die Seitenwände drückt.

Nicht leicht werden durch feſten Felſen Minengänge getrieben werden; wohl aber trifft man bei den Vertheidigungsminen bisweilen auf einzelne Stellen, wo es wegen der Felſenadern keiner Vertrempelung der Seitenwände bedarf, und blos Kappen oder Stempel eingelegt werden müſſen. Zu dieſem Behuf wird auf der einen Seite des Ganges ein viereckiges Bühnenloch ad, Fig. 212. Tab. XVI. in den Felſen gehauen, in welches man das eine Ende des Stempels ſetzt, das andere Ende deſſelben aber b in den ſchräge aufwärts gehauenen Anfall cf treibt. Der Stempel muß dabei eine gegen den Horizont geneigte Lage bekommen, und auf der Seite des Bühnenloches um 2 oder 3 Zoll niedriger liegen, damit er nachher durch die Laſt der darauf ruhenden Erde nicht aus ſeiner Stelle gedrückt wird.

Soll aus einem Hauptgange ein Nebengang oder Minenaſt ſeitwärts abgetrieben werden: geſchieht dies entweder in ſenkrechter, oder ſchräger Richtung. In dem erſtern Falle

unterſcheidet ſich das Verfahren nicht vom vorher beſchriebenen: einen Gang aus dem abgeteuften Schachte rechtwinklich abzutreiben. Bei einer ſchrägen Richtung des abgehenden Rameaux hingegen iſt zuvörderſt die Entfernung der beiden Thürſtöcke DE, Fig. 211. zu beſtimmen, weil dieſe von der größern oder kleinern Oeffnung des Abweichungswinkels abhängt. Da G nicht die Mitte jenes Abſtandes anzeigt, ſo errichtet man in dieſem Punkte, wenn man etwas über ihn hinaus kommt, die Senkrechte Gy von der Länge der äußern Weite des Minenganges um vermittelſt eines angelegten Schrägemaaßes den Winkel pGx, und dadurch die Richtung GI bezeichnen zu können. Die Weite xy, parallel mit po gemeſſen und von G nach z getragen, bezeichnet in z die verlangte Mitte des Einganges zu dem Rameau. Weil zugleich die Schwelle und Kappe des erſten Thürſtockes KL, wegen ihrer ſchiefen Lage eine größere Länge haben muß, als die folgenden Thürſtöcke: wird dieſe Länge durch das Verhältniß der Hypothenuſe KL zu den beiden Katheten HL und HK gefunden, welche beide durch die gegebene Richtung des Rameaux bekannt ſind. Der Winkel pGx giebt auch hier, durch Umdrehen des Schrägemaaßes, die Lage der erſten Schwelle KL, mit der nachher die übrigen Thürſtöcke M des Ganges gleichlaufend, und rechtwinklich gegen die Richtungslinie geſetzt werden.

Da, wo bei den Vertheidigungsminen ein Nebengang aus dem Hauptgange abgeht, wird letzterer noch um 20 Zoll verlängert, um einen Austritt (Retraite) zu bekommen. Dieſer dient zu dem Ausweichen der ſich begegnenden Minirer, zum Ablegen einiger nothwendigen Werkzeuge ꝛc., zu welchem Behuf auch die Dome oder Kreuzgewölbe (ſ. dies Wort) beſtimmt ſind.

Bei Anlegung der Vertheidigungsminen, deren Gänge nicht unter der Erde getrieben, ſondern von oben herein gegraben werden ſollen, hat man in gutem Boden nichts weiter zu thun, als den Graben mit einer verhältnißmäßigen Böſchung nach der Richtung des Minenganges auszugraben, hierauf die Thürſtöcke einzuſetzen, die durch angenagelte Spannlatten in der gehörigen Richtung erhalten werden, damit man ſie mit Erde bedecken, und zuletzt die aus dem Graben bekommene Erde wieder darauf werfen kann, die dabei von Lage zu Lage feſtgeſtampft werden muß.

In ſehr lockerem Boden iſt es jedoch nothwendig: die Seitenwände des Grabens auszuſchalen, um das Einrollen der Erde zu hindern, um die Gallerie gehörig vertrempeln oder ausmauern (ſ. dies Wort) zu können. Man legt in dieſer Abſicht eine Reihe Schachtgeviere dicht neben einander, welche die Bretter an den Seitenwänden des Grabens zu halten dienen,

und zwiſchen denen das Ausmauern der Gallerie mit Bequemlichkeit geſchehen kann.

Die Arbeit in den Minengängen geſchieht hinten, oder vor Ort durch 2 Mann, deren einer die Erde losarbeitet, und der andere dieſelbe in den Karren oder in die Körbe ladet. Die letztern werden alsdann einander durch die Arbeiter zugereicht, bis an den Eingang des Minenganges oder bis unter den Schacht, wo ſie in einen Kübel geſchüttet und vermittelſt eines Hornhaspels herausgezogen werden muß. Die Beſchwerlichkeit und Langſamkeit dieſer Arbeit, verbunden mit der Gefahr: daß eine Bombe oben in den Schacht fallen und den Minirer darinnen erſticken kann; ſo wie mit dem an ſich ſehr wichtigen Umſtande: daß die Schächte überhaupt den Luftzug erſchweren, und zu Beförderung deſſelben künſtliche Mittel heiſchen, ſpricht ſehr gegen dieſes Verfahren. Es ſcheint weit zweckmäßiger zu ſeyn: unter der Bruſtwehr der Parallele 6 Fuß tief, vermittelſt eines fallenden Ganges bis zu der erforderlichen Tiefe abzuſteigen; man gewinnt dadurch an der Zeit und an der Arbeit. Denn vermittelſt eines Schachtes hat man nach dem Abteufen deſſelben noch keinen Schritt vorwärts gethan; durch einen fallenden Gang hingegen kommt man nach und nach bis zu der verlangten Tiefe und geht zugleich vorwärts gegen den Punkt, wohin die Minenkammer zu liegen kommen ſoll. Das Herausfördern der Erde iſt hier leichter, der Luftzug iſt ſtärker und man ſollte die Minengänge nie auf eine andere Weiſe anlegen, ſobald ſie nur eine hinreichende Länge haben, um nicht über 3 Zoll Fall auf jeden laufenden Fuß zu fordern.

Die Gänge der Gegenminen werden nach dem angenommenen Syſteme und der davon gemachten Zeichnung auf das Feld getragen; die Angriffsminen werden zwar ebenfalls auf dem Papiere entworfen, können aber nicht auf dem Felde abgeſteckt werden, ſondern müſſen ihre Richtung vermittelſt der, auf der Rückſeite der Parallele beſtimmten Richtſchnur bekommen. Hier iſt es durchaus nothwendig: die Entfernung des Einganges der Mine von dem zu ſprengenden Punkte auf das genaueſte und ſorgfältigſte zu meſſen, wenn man nicht in ſehr nachtheilige Irrthümer verfallen will, wie die Erfahrung faſt jedesmal bei der Anwendung des Angriffsminen gezeigt hat. Das Verfahren bei dem Meſſen unzugänglicher Entfernungen iſt übrigens bekannt genug, und bedarf hier keiner weitläuftigen Auseinanderſetzung.

Um die Richtungen der Vertheidigungsminen auszuſtecken, werden zuerſt die vorſpringenden Winkel auf dem Glaçis verlängert, A, B, X, Fig. 213. Tab. XVI., um von B nach X eine Schnur ziehen und die Weite Bp aus dem Riß bemerken zu können, woſelbſt man einen Pfahl einſchlägt. Ein Gleiches ge-

ſchieht auf den Punkten h und q, deren Entfernungen aus dem Riß bekannt ſind. Auf BX werden CD und NO rechtwinklich geſetzt, und dadurch alle nöthige Punkte C, D, L, M, N, O, beſtimmt. Die Horchgänge il und mk, ſo wie die Verbindungsgänge fe und ab ſtehen auf andern Gallerien ſenkrecht; ſie ſind daher leicht abzuſtecken. Durch ſie werden alsdann die ſchiefen Linien eD, bC, ih und hK beſtimmt. Man ſieht: daß es demnach vor allem darauf ankommt: die rechtwinklichen Richtungen der Minengänge zu beſtimmen, weil ſich aus ihnen die ſchiefen gewöhnlich von ſelbſt ergeben. Nach dem Abſtecken der Minengänge iſt noch nöthig: das Terrain zu nivelliren, um ſie auf die gegebene Tiefe unter den Horizont zu führen. Angenommen nun: daß die Sohle des Hauptganges an der Contreſcarpe mit der Grabenſohle gleich hoch liegt, und daß die übrigen Gänge von da rückwärts gehen, damit das ſich etwa aus der Erde ſammelnde Waſſer abfließen kann, wird folgendergeſtalt verfahren:

Man theilt die Entfernung des eben erwähnten niedrigſten und des höchſten Punktes B, Fig. 213., welches der Kamm des bedeckten Weges iſt, in eine Anzahl gleicher Theile, und beſtimmt die Tiefe der Sohle der Queergallerie NO unter dem Horizonte, hier 20, indem man in I eine Waſſerwaage aufſtellt, und die verſchiedenen Höhen aller Punkte in Rückſicht auf B findet, wo zum Behuf der zu treibenden Gänge Schächte abgeſenkt werden. Iſt nun B in gleicher Höhe mit der Geſichtslinie der Waſſerwaage: ſo bekommt man die in Fig. 213. verzeichneten Maaße, aus denen ſich die zugehörende Tiefe der Schächte an allen nöthigen Punkten ergeben. Wie das Ausmauern der Minengänge geſchieht, und wie die vorgefundenen Gegenminen einer Feſtung nach ihrer Entdeckung durch Sprengen der Decke in Laufgräben zu verwandeln ſind, iſt ſchon oben unter den gehörigen Worten gezeigt worden. (Man ſehe auch Ausbeſſerungen.)

Minengewebe (araignée) heißt jedes zuſammengeſetzte Minenſyſtem, um irgend einen Theil der Feſtungswerke zu vertheidigen, in ſofern es durch die nach verſchiedenen Richtungen vorlaufenden oder ſich durchkreuzenden Minen gebildet wird. Die oben beſchriebenen Gegenminen (w. n. i.) ſtellen mehrere Arten ſolcher Gewebe dar.

Minenheerd (foyer) iſt derjenige Ort hinter dem Verſatz, wo die Mine gezündet wird. S. Zünden.

Minenhölzer (bois de chassis) beſtehen 1) aus den doppelten Thürſtöcken, die auch Anſteck-Thürſtöcke heißen.

Jeder iſt aus 2 eigentlichen Thürſtöcken, 4½ bis 6 Fuß lang, 8 bis 10 Zoll im Durchmeſſer, der Kappe und der Grundſchwelle zuſammengeſetzt. Sie ſtehen bei der Vertrempelung eines Minenganges gewöhnlich 3 bis 4 Fuß im Lichten auseinander.

2) In ſchlechterem Boden werden die ſchwächeren Helf-Thürſtöcke (faux chassis) zwiſchen jene geſetzt, um der Ausſchalung einſtweilen eine Unterſtützung zu gewähren. Wenn der zweite Anſteck-Thürſtock geſetzt iſt, wird der Helfthürſtock wieder herausgenommen. Zu derſelben Abſicht dienen auch

3) die Stützen (pointal), die bei dem Ausmauern der Minengänge unter die Lehrbögen geſetzt werden, um ſie in der gehörigen Höhe zu erhalten.

4) Die Spannlatten verhindern das Herabſinken der Rähmen oder Schachtgeviere, wenn mit denſelben gebauet wird; man hat jedoch ſchon oben geſehen (Artik. Minengänge und Abteufen): daß der Bau mit den holländiſchen Rähmen oder Pfoſtengevieren weit ſchneller von Statten geht. Die Spannlatten ſind in dieſem Falle ganz entbehrlich.

5) Hinter die Thürſtöcke werden die Schwartenpfähle eingetrieben; dieſe ſind 4¾ bis 5½ Fuß lang, 9 Zoll breit, 1½ Zoll ſtark. An dem Schwanze, wo ſie zwiſchen die Erdwände und die Thürſtöcke getrieben werden, ſind ſie abgeſchärft, um das Eindringen in die Erde zu erleichtern.

6) Um für die folgende Verſchießung, oder die zweite Reihe Pfähle Raum zu finden, werden die Pfähle der erſten Reihe durch Pfändekeile an die Wände angetrieben.

Zu der Auszimmerung des Schachtes gehören 7) Schachtgeviere (Cadres) oder Rähmenhölzer, ſind rund oder viereckig; ſie heißen Ohr oder Flügelrähmen, wenn ihre Enden nicht aufeinander treffen, ſondern 12 bis 15 Zoll über die Zuſammenfügung hervorſtehen. Ein ſolcher Ohrrahmen bildet allzeit den Eingang des Brunnen; von 3 zu 3 Fuß unterhalb deſſelben werden die Schachtgeviere eingeſetzt, und hinter dieſen die Schwartenpfähle eingetrieben.

8) Pfoſtengeviere werden zu den ſogenannten holländiſchen Rähmen angewendet. Sie beſtehen aus 8 Zoll breiten und 2 bis 2½ Zoll ſtarken Pfoſten, deren Länge von der Weite des auszugrabenden Schachtes abhängt. Iſt dieſer nicht gleichſeitig: ſo heißen die längeren Stücke die Joche und die kürzeren die Kappen. Müſſen in ſehr ſchlechtem Boden

9) verlorne Geviere oder Zwiſchenrähmen eingeſetzt werden: bekommen dieſe ihrer Natur nach auch ſchwächere Dimenſionen.

Die Leitrinnen werden aus Latten, die Waſſergerinne und Wetterlotten aber aus Brettern zuſammengeſchlagen, und durch übergenagelte Stege feſtgehalten.

Das übrige Holzwerk an Keilen, Steifen, Fröſchen und andern kleinen Stücken wird ſeinem jedesmaligen Gebrauch gemäß verſchnitten, und erfordert keine beſondern Maaße, ſo wie es auch keine beſondern Namen führt.

Minenkammern (chambres) werden an das Ende der Nebengänge s gelegt, um die Ladung aufzunehmen. Bisweilen kommen ſie auch an die Seite der erſtern zu liegen, R und T, Fig. 211. Sie werden eben ſo ausgegraben und mit Holz ausgeſetzt, wie die Minengänge; entweder auf die gewöhnliche Weiſe, oder mit holländiſchen Rähmen, die wieder ſenkrecht oder horizontal angebracht werden können. Jede Art iſt hier gleich gut, ſobald ſie das Einſtürzen der Kammer hindert und die Näſſe möglichſt abhält. Zu dieſem Ende iſt es nützlich: 1) den Aſt mit ſeiner Sohle etwas gegen die Kammer anſteigen zu laſſen; 2) in der Kammer einen Sinkbrunnen zu graben, in welchem ſich die Näſſe aus der Erde ſammelt, und 3) dem Pulverkaſten in der Kammer eine Unterlage von großen Steinen oder Kies zu geben. Zu Erſpahrung der Zeit würde es vielleicht vortheilhaft ſeyn: den Boden des Kaſtens mit 6 Zoll hohen Füßen zu verſehen, wenn die Mine in einem feuchten Terrain angelegt wird. Die gewöhnliche Vorſchrift: „die Kammer um die halbe Höhe „unter die Sohle des Minenganges zu verſenken", kann daher nicht in allen Fällen ſtatt finden. Ein zu lockerer Boden, der eine völlige Ausſchalung erheiſcht, oder ein ſehr naſſer, wo ſich bald eine große Menge Waſſers in der Kammer ſammeln würde, machen es nöthig: die letztere mit der Gallerie auf eine gleiche Höhe zu legen.

Die Weite der Kammer wird durch die Größe des Pulverkaſtens (ſ. dies Wort) beſtimmt, die nothwendig von der Ladung abhängig iſt. Sie muß immer etwas höher ſeyn, als der Pulverkaſten, damit die Ladung in dieſen eingeſchüttet werden kann, wenn er an ſeinem Orte ſteht. Daß es überflüſſig iſt: nach dem Laden der Mine den leeren Raum der Kammer über dem Pulverkaſten mit Erde oder Sandſäcken auszufüllen, hat man ſchon oben geſehen. (S. Laden.)

Wenn die Minenkammer mit Pulver angefüllt iſt, heißt ſie eine geladene Mine (fourneau) und iſt nach der verſchiedenen Lage und Austheilung der Kammern eine doppelte (Mine en T), eine dreifache Mine (Mine en trefle). Haben mehrere zuſammen gehörende Minenkammern verſchiedene k. W. L., das heißt: liegen ſie in verſchiedenen Höhen, werden ſie Stockwerks-Minen, und wenn mehrere Reihen Kammern

zur fortdauernden Vertheidigung eines Punktes beſtimmt ſind, ein Minengewebe (araignée) oder ein Minenſyſtem genannt. (Man ſehe auch Ladungen, Minen und Trichter.)

Minenkrieg (guerre souterraine) wird gewöhnlich von den Belagerten begonnen, um die Fortſchritte des Belagerers über der Erde zu hemmen, und ihn in den langſameren unterirdiſchen Krieg zu verwickeln. Ehe Belidor die außerordentlichen Wirkungen überladener Minen entdeckte, deren Erſchütterungskreis die Gallerien der Gegenminen auf große Weiten unbrauchbar macht, waren die letzteren ein ſehr wirkſames Vertheidigungsmittel. Candia und Bergen op Zoom geben die auffallendſten Beiſpiele hiervon. In letzterer Belagerung wurden von der Beſatzung 39 und von den Belagerern 40 Minen geſprengt, und jene dadurch auf eine außerordentliche Weiſe verlängert. Die Globes de Compreſſion jedoch, und noch mehr die Schachtminen, gaben dem Angriff eine ganz andere Energie. Die Vertheidigungsminen jenſeits des Grabens ſind ſchneller zerſtört, als der Belagerte Zeit hat, ſich ihrer zu bedienen, und er ſieht ſich bald auf die bloße Vertheidigung der Breſchen beſchränkt. Die Beſorgniß: dem Feinde durch die Trichter ſtark geladener Minen ohne Verſatz bequeme Logementer zu verſchaffen, erlaubt ihm nicht, ſich dieſer wichtigen Erfindung Mouzé's zu bedienen, von der nur allein der Belagerer Vortheil ziehen kann. Ungehindert kann dieſer ſich vor der angegriffenen Fronte mit einer Parallele ausbreiten, kann hier durch ſeine Schachtminen das ganze Terrain umſtürzen, und dadurch ein noch ſo gut ausgeſonnenes Minenſyſtem unbrauchbar machen.

Sind denn nun aber alle Vertheidigungsminen unter dem bedeckten Wege zwecklos und unnütz? Man würde ſehr irren, wenn man ſich durch das eben Geſagte verleiten ließe, dieſe Frage bejahend zu beantworten. So lange der Belagerer ſich noch außerhalb des Wirkungskreiſes der Vertheidigungsminen befindet, ſind ſeine Fortſchritte, durch ein umfaſſendes, der Feſtung überlegenes Feuer unterſtützt, groß und ſchnell. Kaum aber ſieht er verborgene Vulkane ſich unter ſeinen Füßen öffnen: als Vorſicht und Zurückhaltung an die Stelle der vorigen Keckheit und Eile treten. Ein ungeheurer Menſchenverluſt, und die nothwendige Folge davon: Muthloſigkeit und Erſchlaffung der Truppen, würden ihn beſtrafen, wenn er auf dem Terrain noch immer unbedachtſam vorſchreiten wollte, ohne das zu berückſichtigen, was der Belagerte unter der Erde beginnt. Iſt ihm ſchon vorher bekannt: daß die Feſtung Gegenminen hat, muß er dem zufolge ſchon ſeine dritte Parallele (ſ. dies Wort) nur ſo na-

he an das Glaçis legen, daß ſie durch die Wirkung der vorderſten Vertheidigungsminen nicht erreicht werden kann.

Aus der dritten Parallele treibt der Minirer ſogleich einen Gang vor, um die Gegenminen aufzuſuchen und durch eine Globe de Compreſſion zu quetſchen. Gewöhnlich läßt ihm der Belagerte jedoch dazu nicht Zeit, ſondern kommt ihm durch eine einfache Mine zuvor. Der von dieſer gebildete Trichter wird nun ſogleich couronnirt (ſ. dies Wort) und aus dem Logement ein Gang getrieben. Es aus dem Trichter ſelbſt zu thun, hat den Nachtheil: daß die in denſelben fallenden Bomben und Steine die Arbeit ſehr hindern, und ſelbſt das Mundloch der Mine verſchütten können.

Während dieſer Arbeit muß der Minirer des Belagerers unausgeſetzt horchen, ob er etwas von dem Feinde bemerkt. Sobald er einige Spuren von ſeinem Anrücken hat, muß er ſogleich laden und verſetzen, um ihn in ſeiner Gallerie zu quetſchen. Die meiſten Schriftſteller über den Minenbau nehmen an; daß man den feindlichen Minirer unter der Erde bis über 80 Fuß weit hören könne (ſ. Behorchen); allein neuere Erfahrungen ſetzen es außer allem Zweifel: daß man ſelbſt unter den günſtigſten Umſtänden in einem trocknen Kies= oder Sandboden die feindliche Arbeit nur bis höchſtens auf 45 Fuß weit hören kann. Da der feindliche Minirer gleichmäßig horcht, und durch Einſtoßen des Erdbohrers oder eines ſpitzigen Viſitireiſens fleißig unterſucht: ob er auf einen gegenſeitigen Minengang ſtößt: giebt der, welcher zuerſt die Spitze des feindlichen Viſitireiſens erſcheinen ſieht, genau Acht, wenn es zurückgezogen wird. Er ſtößt hinter ihm die Mündung einer geladenen Piſtole in das Loch, und drückt ſie in dem Momente los, wo er glaubt: daß die Spitze des Viſitireiſens aus dem Loche iſt. Vauban empfiehlt in dieſem Falle eine Art hölzernen Schildes, mit einem Handgriff in der Mitte, und einen ſtark rauchenden Brander, den man in das Loch ſchiebt, und letzteres nachher feſt verſtopft, damit der ganze Rauch in den feindlichen Minengang zieht.

Vor der Erfindung der überladenen Minen konnte der Belagerer, wenn er die Gallerie des Belagerten entdeckt hatte, nichts andres thun, als ſie durch eine Dampfmine (ſ. dies Wort) eindrücken, oder ſich ihrer mit Gewalt zu bemächtigen ſuchen. Es entſtanden unterirdiſche Gefechte, die nicht immer vortheilhaft für den Angreifer ausfielen, wenn er nicht im Stande war: die Verrammelung des Minenganges aus dem Wege zu räumen, und den Belagerten hinter derſelben zu vertreiben. In dieſem Falle konnte der angreifende Minirer nur noch rechts oder links der Verrammelung aus dem Gange herausbrechen, um nachher den Belagerten durch einen Quetſcher in ſeinem Loche zu erdrücken. Oder er bezeichnete durch den Erdbohrer, mit

dem er durch die Decke der feindlichen Gallerie aufwärts bohrt, auf der Oberfläche des Terrains die Lage derſelben, um in der folgenden Nacht vermittelſt einer flüchtigen Sappe auf dieſen Punkt zu gehen, einen 12 Fuß tiefen Schacht einzuſenken, und mit einer Ladung von etwa 200 Pfd. Pulver den feindlichen Minengang zu quetſchen. Alle dieſe Mittel, ſo wie ein anderer Vorſchlag: aus einem vielleicht nahen Bache, Mühlgraben ꝛc. Waſſer in die feindlichen Minengänge zu leiten, ſind jedoch nur langſam, und erfordern zu viel Zeit, als daß der Belagerte nicht Mittel finden ſollte: ihnen zuvorzukommen. Die Eroberung des bedeckten Weges aber mit Sturm, wo die Minirer in den trocknen Graben ſteigen, um die — gewöhnlich in der Abrundung der vorſpringenden Winkel liegenden — Eingänge der Gegenminen aufzuſuchen, die Zündwürſte der ſchon geladenen hinwegzunehmen, und die andern Gänge durch die Exploſion von ein paar mitgebrachten Fäſſern Pulver einzuſtürzen, findet nicht immer ſtatt, weil es gegen einen beherzten, thätigen Feind zu gefährvoll iſt, und bei dem Gelingen ſelbſt mit bedeutendem Verluſt verbunden ſeyn kann.

Die Globes de Compreſſion (ſ. dies Wort) geben durch ihre Erfindung dem Belagerer ein weiter reichendes Angriffmittel, die Gegenminen des Feindes zu zerſtören. Er geht zu dem Ende aus der dritten Parallele auf jeder angegriffenen Capitale mit einem Minengange 18 Fuß tief ſo weit vor, daß die Wirkungsſphäre einen Theil der von der Contreſcarpe auslaufenden Minengänge umgreift, und läßt hier eine überladene Mine ſpringen. Laufen z. B. die Gegenminen bis 250 Fuß vor den Kamm des Glaçis, und ſenkt ſich der Belagerer 120 Fuß von ihrer vorderſten Spitze ein: muß er ſeinen Gang gegen 80 Fuß lang machen, damit die Wirkungsſphäre — deren Radius hier 44 Fuß ſeyn muß — die Parallele nicht beſchädiget.

Nachdem die, durch dieſe 3 Minen auf den drei Capitalen der angegriffenen Fronte entſtandenen Trichter couronnirt ſind: geht der Belagerer aus jedem derſelben mit einem neuen Gange vor, um einen zweiten Globe de Compreſſion (ſ. dies Wort) zu ſprengen und ſich dadurch den Weg über der Erde zu ſichern, wenn die unterirdiſchen Vertheidigungsmittel des Feindes zerſtört ſind. Denn alle in der Nähe der überladenen Mine liegende Gallerien werden eingeſtürzt oder gequetſcht; ſind geladene Gegenminen um 25 bis 30 Fuß von der ſpringenden Mine entfernt, werden ſie durch die Exploſion derſelben gezündet, und helfen ihre Wirkung noch vergrößern; liegen jene über 30 Fuß von letzterer, und entzünden ſie ſich daher nicht, können ſie zwar noch ſpringen; ſie werden aber nur eine ſehr unbedeutende

Wirkung thun, und größtentheils in den vorhandenen großen Trichter ausblaſen.

Bei der großen Wirkung dieſer Minen hat der durch ſie geführte Angriff, wie bei Schweidnitz und Valenciennes, doch immer die viele Zeit gegen ſich, welche zu dem Treiben eines ſo langen, ſo wie zu dem Laden und Verſetzen, erfordert wird. Mouzé ſchlägt daher vor: ſich des zuerſt von dem franzöſiſchen Hauptmann Boule erfundenen Verfahrens zu bedienen, und die feindlichen Gallerien durch überladene Schachtminen (ſ. dies Wort) einzudrücken, bei denen man zu noch größerer Erſparung der Zeit den Verſatz hinweglaſſen kann (ſ. Ladungen, Couronnement und Verſatz). Eine Anwendung dieſer Angriffsart gegen die gangbarſten Minenſyſteme (ſ. Gegenminen) nach Gillot ſcheint hier nicht überflüſſig zu ſeyn.

Um die Anlagen Megrigny's unnütz zu machen, muß man aus der dritten Parallele mit einer bogenförmigen Sappe die Capitale des Ravelins einnehmen und hier eine Schachtmine A, Fig. 116. Tab. X. ſprengen. Sobald man die vierte Parallele auf dem Fuße des Glaçis gezogen hat, werden in derſelben drei andere Schachtminen b vor den Spitzen der beiden Bollwerke und des Ravelins angelegt, mit deren Springen der Sturm auf den bedeckten Weg, und die Verfertigung eines Logements DD verbunden iſt. Ein Schacht auf der Capitale f und 4 Schachte e, jeden zu 300 bis 400 Pfd. Ladung, um die hinter dem Glaçis hinlaufenden Horchgänge zu quetſchen, werden den Belagerer völlig in den Beſitz aller Gegenminen ſetzen.

Cormontaigne hat keine Minengänge unter den Capitalen, und ſeine Einfaſſungsgallerie liegt unter dem Auftritte des bedeckten Weges. Seine vielen Horchgänge, die den Raum zwiſchen den Hauptgallerien auf allen Seiten durchſchneiden, müſſen nothwendig dem Belagerer die Arbeit gar ſehr erſchweren, und er wird nur mit Mühe es dahin bringen: durch eine überladene Mine auf die gewöhnliche Art jene ſich wechſelſeitig unterſtützenden Gänge Be, ef und gg zu zerſtören. Die Anwendung der Schachtminen giebt jedoch auch hier ein leichtes Mittel an die Hand: die Gewebe der Vertheidigungsminen unbrauchbar zu machen. Um den Belagerten zu täuſchen, ihn glauben zu machen: daß man den Minenangriff nach der gewöhnlichen Art auf der Capitale führen wolle, läßt man zu beiden Seiten der letztern, vor dem Ravelin Brunnen einſenken, A, Fig. 118. Tab. X. und die Minirer ihren Gang vortreiben, während man auf den Capitalen der Bollwerke anrückt, und die vierte Parallele zu Stande bringt. Sobald dieſe fertig iſt: wird der Waffenplatz des bedeckten Weges vor dem Ravelin weggenommen, und zu gleicher Zeit werden in c und b Schächte

abgeteuft, von denen die letztern b etwa 90 Fuß vom Kamme des Glaçis ab liegen, um durch die Explosion derselben beide Einfaſſungsgallerien zu zerſtören. Von dieſem Augenblick an hat man nichts mehr von den feindlichen Minen zu befürchten, und der unterirdiſche Krieg iſt als beendiget anzuſehen.

Vallière's Minenſyſtem iſt dem vorhergehenden durch die Einfaſſungsgallerien ähnlich. Es kann durch Schachtminen beinahe auf dieſelbe Weiſe unbrauchbar gemacht werden.

Rugy hat durch ſeine, bis auf eine ungeheure, man darf wohl ſagen: unmögliche Weite, in das Feld getriebene Haupt- und Nebengänge ſich zwar dem Belagerer ſehr furchtbar machen zu können geglaubt; allein es wird leicht ſeyn: auch hier den Belagerten zu täuſchen, indem man auf der Kapitale einige ſchwache Minen ſpringen läßt, um den unterirdiſchen Krieg zu eröffnen; oder indem man des Nachts eine Reihe Schanzkörbe hinſetzt, ſie oben mit Faſchinen bedeckt, und dieſer Gabionnade dadurch das Anſehen einer wirklichen Parallele giebt, gegen die der Feind gewiß ſeine vorderſten Minen anwenden wird, wenn ſeine Gänge ſich ſo weit erſtrecken. Geſchieht dieſes, wird ſogleich der Trichter beſetzt und von ihm aus eine überladene Mine geſprengt, um die feindlichen Gallerien unbrauchbar zu machen, während man die dritte Parallele anlegt. Aus dieſer — nachdem man auf der Capitale eine Schachtmine geſprengt hat — geht man 75 Fuß neben derſelben gerade vor, bis an den Fuß des Glaçis, woſelbſt in einer Nacht vermittelſt der flüchtigen Sappe die vierte Parallele vollendet, und durch die auf den Capitalen geſprengten Schachtminen alle Verbindung des Minenſyſtems abgeſchnitten wird. Man kann alsdann ohne große Gefahr ſich des vorſpringenden Waffenplatzes bemeiſtern, und auch hier durch ähnliche Minen den Hauptgang unter dem Auftritte des bedeckten Weges eindrücken.

Mouzé hat ſeine Gegenminen durch die Horchgänge hinreichend gedeckt, die überall dem Feinde die Spitze bieten, wo er nur immer ſeinen Angriff beginnen mag. KL, Fig. 120. Tab. XI. Andere Horchgänge ſind gegen den Raum zwiſchen den Hauptgängen gerichtet, n, oder liegen wie DD, damit durch ſie das ganze Logement auf dem Glaçis My geſprengt werden kann. Dennoch iſt auch dieſes Syſtem leicht durch die Schachtminen unbrauchbar zu machen. Zwei derſelben PP haben die Aufmerkſamkeit des Belagerten auf ſich gezogen, damit der Belagerer mit einer halben Parallele den Raum zwiſchen zwei Ravelinen umfaſſen und durch Schachtminen o, o, einen Theil der Verbindungsgänge gK und hi eindrücken kann. Die darauf folgende Eroberung des ausſpringenden Winkels giebt Gelegenheit, durch dreifache, aber zugleich ſpringende Schachtminen Z ſich von der Furcht vor den hier liegenden Minen zu befreien.

Auch gegen Mareſcots Minenanlage, Fig. 121. Tab. X. fangen die drei Schachtminen r den Angriff an, eine auf der Kapitale, und die andern beiden 30 Fuß von ihr entfernt und mit 400 Pfund Pulver geladen. Die Sickſacks werden mittlerweile auf den Capitalen der Bollwerke vorgetrieben, und zu einer vierten Parallele zwiſchen den Ravelinen verbunden, um ſie in der unmittelbar darauf folgenden Nacht vollends zuſammenziehen und die neuen Schachtminen p, p, anlegen zu können, welche durch ihre Exploſion das ganze Minenwerk zwiſchen a und d unbrauchbar machen. Die Eroberung des bedeckten Weges und das damit verbundene Springen dreier neuer Minen s wird die Beſitznahme der Contreſcarpe vollenden und ſichern.

Man ſieht: daß bei dem Angriff der ſo ſehr unter ſich verſchiedenen Minengewebe dennoch beinahe ein ganz gleiches Verfahren ſtatt findet. Eine gänzliche Unbekanntſchaft mit der Lage und Einrichtung der Gegenminen einer Feſtung kann daher auch keinen merklichen Einfluß äußern. Nachdem man vor dem Ravelin ein paar Schachtminen geſprengt hat, geht man neben denſelben vor, legt eine vierte Parallele an und ſtürmt den ausſpringenden Winkel des bedeckten Weges, indem man zugleich durch überladene Minen den Boden zerſtört, unter dem die feindlichen Gegenminen allezeit liegen müſſen. Dieſes Terrain iſt ohngefähr 240 Fuß breit; vierzehn Schachtminen ſind hinreichend, es einzunehmen. Jede mit 300 Pfund Pulver geladen, beträgt 4200 Pfund, womit man eine bedeutende Fläche vor der dritten Parallele in Einer Nacht gewinnt; da ein Globe de Compreſſion mit derſelben Ladung, nachdem er mit unendlicher Mühe, Gefahr und Zeitverluſt zu Stande gebracht iſt, ſeine Wirkung nicht über 45 Fuß von ſeinem Mittelpunkte erſtreckt, und daher höchſtens 80 Fuß Terrain einnimmt. Rechnet man auf jeden Minenſchacht 2 Minirer und 3 Handlanger, werden zu zweimaliger Ablöſung 56 Minirer und 84 Arbeiter erfordert.

Um ſich von dem glücklichen Erfolg zu überzeugen, müſſen die vor der Mitte der dritten Parallele in den beiden Schächten r, r, Fig. 121. beſchäftigten Minirer genau Acht geben, ob ſie den Feind nach dem Springen jener Minen noch arbeiten hören. Iſt dieſes nicht, läßt ſich erwarten: daß der feindliche Minirer entweder in ſeinem Gange erdrückt, oder wenigſtens durch den in letzteren eingedrungenen Pulverdampf vertrieben worden iſt. Zugleich muß man in einem der entſtandenen Trichter unverzüglich einen neuen Schacht ſo tief als möglich einſenken. Trifft man hier nicht auf den Belagerten, und hört man durchaus Nichts von ihm, läßt ſich mit Gewißheit erwarten: daß er völlig vertrieben, und daß der Belagerer völlig Meiſter des unterirdiſchen Terrains iſt. Er muß daher alles bereit ma-

chen: in der folgenden Nacht den bedeckten Weg zu ſtürmen. Nur durch ein ſo raſches und kühnes Verfahren, das dem Feinde keine Zeit zum Beſinnen läßt, kann der Belagerer die Zeitdauer eines Angriffes abkürzen, der, auf die gewöhnliche Weiſe geführt, in unendliche Schwierigkeiten verwickelt, und obgleich an ſich nicht ſehr gefahrvoll, es durch das lange Verweilen in dieſer Nähe der feindlichen Werke wird.

Liegen die Gegenminen, wie es zu einer guten Vertheidigung immer ſeyn ſollte, unter dem Graben am Fuß der Breſche, und unter derſelben: kann ſie der Belagerer hier nicht anders angreifen, als von vorn, auf die gewöhnliche Art. Durch einen trocknen Boden, der ihm erlaubt: auf der Grabenſohle einen 12 bis 18 Fuß tiefen Schacht auszugraben, wird es ihm zwar einigermaaßen erleichtert; doch immer bleibt ihm ein größerer Theil der Arbeit und Gefahr noch übrig. Erſt nachdem der Belagerte alle unter der Breſche liegende Minen verſchoſſen hat, kann er auf die Beendigung des unterirdiſchen Krieges hoffen, wenn es ihm nicht vielleicht gelang: durch einen raſchen Anfall in die Verbindungsgallerie einzudringen, und die vielleicht noch nicht geſchehene, oder noch nicht beendigte Zubereitung der unter dem Wall liegenden Minen durch die Explosion einer ſtarken Ladung zu hindern. (S. Sprengen der Feſtungswerke.) Die Mittel, welche in der Hand des Belagerten ſtehen, die Fortſchritte des feindlichen Minirers zu hindern, wird man weiter unten auseinandergeſetzt finden. (S. Vertheidigungsminen.)

Mineyladungen (ſ. Ladungen.)

Minenſchacht, ſ. Schacht.

Minenſtockwerke, ſ. Stockwerksminen.

Minenſyſtem, ſ. Gegenminen und Vertheidigungsminen.

Minentrichter, ſ. Trichter.

Minenzweige, ſ. Minenäſte.

Minirer (Mineurs) müſſen aus ſolchen Leuten beſtehen, die in den Verrichtungen ihrer Beſtimmung: dem Ausheben und Ausſchalen der Schächte, dem Arbeiten unter der Erde mit allen Werkzeugen und nach den verſchiedenen Umſtänden, dem Bohren und Sprengen des Geſteines, dem Austrempeln der Gänge, der Verfertigung der Pulverkaſten und Leitrinnen, dem Laden und Verſetzen der Kammen, vollkommen geübt, die im

Stande ſind: ſie mit der größten Ordnung und in der möglichſten Geſchwindigkeit auszuführen. In dem unterirdiſchen Kriege ſind oft wenig Minuten ein ungeheurer, nicht zu erſetzender Verluſt. Nur indem der Minirer ſeinem Feinde zuvorkommt, kann er ſeinen Zweck erreichen! Er wird dies aber nie, wenn ſeinem Gebrauche im Kriege nicht ein vollſtändiger Unterricht, eine unausgeſetzte Uebung im Frieden vorherging.

Um dieſe Uebung zu erleichtern, iſt es vortheilhaft: die Minirer aus den Bergleuten, den Maurern und Zimmerleuten zu wählen, die dann deſto leichter in den ihnen eigenthümlichen Arbeiten unterwieſen werden können.

Da jedoch im Felde nicht beſtändig Minenarbeiten vorfallen, oft mehrere Belagerungen ohne dieſelben beendiget werden: iſt es unter allen Bedingungen vortheilhafter: keine beſondern Minirerkompagnien zu haben, ſondern jeder Pionnierkompagnie eine beſtimmte Anzahl Minirer zuzutheilen. Bei den preußiſchen, 200 Mann ſtarken Kompagnien befinden ſich 8 Brigaden, deren zweien ein Unteroffizier vorgeſetzt iſt, jede zu 1 Gefreiten und 6 Mann. Unter dieſen 7 Mann ſind 4 Bergleute oder Steinbrecher, 1 Maurer und 2 Zimmerleute. Man ſieht: daß eine ſolche Kompagnie gleich geſchickt iſt, den Minenarbeiten bei einer Belagerung ſowohl, als bei der Vertheidigung einer Feſtung Genüge zu leiſten.

Zu letzterem Behuf verlangt Bousmard 36 Minirer und 134 Handlanger; offenbar der erſtern zu wenig, wenn die Feſtung ein ausgedehntes Minengewebe, oder wohl gar mehrere, mit Gegenminen verſehene Angriffsfronten hat, und wenn man den nothwendigen Abgang im Laufe einer Belagerung erwäget. Feſtungen, die gar keine Gegenminen haben, ſollen nach Struenſee (Kriegsbauk. 1ſter Thl.) nur mit 8 Minirern beſetzt werden. Hier können ſie aber gerade ſehr vortheilhaft gebraucht werden: Fladderminen unter die vorliegenden Werke und das Glaçis zu legen, und einige Gänge unter den Wallgang der Hauptwerke zur kräftigeren Vertheidigung der Breſche zu treiben. Die vorerwähnte Organiſirung der Feſtungspionnier berückſichtiget dieſen Umſtand auf eine ſehr befriedigende Weiſe, weil alsdann die überflüſſigen Minirer ſehr gut als Sappeurs bei den mancherlei Vertheidigungsarbeiten anwendbar ſind.

Minirgeräthe oder Werkzeuge (Outils de Mineurs) theilen ſich in ſolche, die zu den Arbeiten vor Ort gehören; 2) in die zu dem Steinſprengen erforderlichen, und 3) in die zu Bearbeitung der Minenhölzer dienenden. Die zu einer Belagerung ohngefähr erforderliche Anzahl dieſer Geräthſchaften, ſo wie die zur Vertheidigung eines Minenſyſtems nöthigen, ſind ſchon oben aufgeführt worden (ſ. Ausrüſtung und Belage-

rungstrain). Gumperz verlangt folgende Menge derſelben im Felde, die auf einem vierſpännigen Wagen mitgeführt werden:

1) Zu den Erdarbeiten:

20 Erdhauen, wiegen zuſammen	120 Pfund.
10 dergl. kleinere	40 —
20 Schaufeln	80 —
10 Spaten	40 —
4 Stich- oder Raſenſpaten	12 —
4 Erdſcharren	16 —
2 ſtarke Sticheiſen oder Schrämſpieße	60 —
10 ſchwächere dergl.	80 —
6 Maurerhämmer	24 —
20 Brecheiſen	80 —
10 eiſerne Keile	60 —
15 kleine Handſchlägel	60 —
4 kleine Sägen	8 —
4 kleine Beile	6 —
4 Zimmer-Hammer	4 —
12 Nagelbohrer	2 —
4 Setzwaagen	8 —
4 Bleilothe	4 —
6 Maaßſtäbe	6 —
2 Zimmerſchnuren	2 —
6 kupferne Hammer	6 —
10 Minirleuchter	20 —
300 Lichte	50 —
5 Laternen	4 —
60 Wachslichte	10 —
1000 halbe Bretnägel	14 —
200 kleinere Nägel	4 —
2 Pulvermaaße	2 —
2 Trichter zu den Zündwürſten	2 —
6 lederne Beutel, jeder zu 50 Pfd Pulver, wiegen	18 —
600 Fuß Pulverwurſt von dichter Leinwand oder Drell	16 —
2 Feuerzeuge, mit Stahl, Steinen, Schwamm und Schwefelfaden	4 —

2) Zu dem Steinſprengen:

5 Steinbohrer	100 —
15 Schlägel aus Eiſen	220 —
5 große Steinbrecher-Hammer	60 —
10 Ausräumer, 10 Räumnadeln (zuſammen)	10 —
10 Setzer, unten mit Kupfer beſetzt	10 —
2 blechne Büchſen zu dem Pulver	2 —

10 Spitzhauen	40 Pfund.
10 Keilhauen oder Pickel	40 —
10 Doppelhauen	40 —
3) Zu den Holzarbeiten:	
1 große Zimmerſäge	8 —
1 Lochſäge	8 —
2 mittlere Handſägen	8 —
2 kleinere dergl.	6 —
2 Grubenäxte oder K	6 —
2 Handbeile	6 —
2 Hohlterel oder Queeräxte	6 —
2 große Bohrer	4 —
1 Drillbohrer mit Eiſen	2 —
2 Schneidemeſſer	4 —
2 Schnitzer	2 —
2 Spitzwinder	½ —
2 Hohlmeißel	2 —
1 großer, 1 kleiner, 1 Schrot- } Hobel	14 —
2 Hammer	2 —
2 Kneipzangen	4 —
2 Schraubenzieher, 6 Feilen, die Sägen zu ſchärfen, 1 eiſernes Winkelmaaß, 2 Handzirkel, 12 kleine Maaßſtäbe zu 1 Fuß, 6 Schleifſteine	10 —

Das ganze Gewicht dieſer Werkzeuge beträgt etwas über 1700 Pfund; bei näherer Unterſuchung des einzelnen Gewichtes derſelben ſieht man jedoch: daß von jenem noch abgehen wird, wenn man den größten Theil der Werkzeuge erleichtert, weil die franzöſiſchen überhaupt ſehr ſchwer und unbeholfen ſind.

Minirkörbe (Corbeille), ſ. **Erdkörbe.**

Mittelbollwerke heißen die Baſtione, wenn ſie nicht auf den Ecken der Polygone, ſondern auf der Mitte der Linien liegen. Bisweilen finden ſich beide nebeneinander, wenn eine zu lange Courtine das Beſtreichen des Raumes vor derſelben nicht gehörig erlaubt; andere haben die Mittelbollwerke von dem Hauptwalle abgeſondert, der dadurch die Form eines einfachen Vieleckes, oder auch wohl einer Tenaille bekommt.

Bei ziemlich ſpitzwinklichen Polygonen, wo die gewöhnlichen Eckbollwerke ebenfalls ſehr ſpitz werden und verhältnißmäßig zu

weit in das Feld vorſpringen würden, ſind Mittelbollwerke ohnſtreitig vortheilhaft. Sie erfüllen hier den Grundſatz einer regelmäßigen Vertheidigung: die dem Angriff ausgeſetzten Linien möglichſt rechtwinklich zu beſtreichen. Mit Unrecht hat aber Rimpler ſie ausſchließend in ſeiner Befeſtigungsmanier angewendet; um durch ſie eine innere Vertheidigung hervorzubringen. Verſtändiger haben ſie Virgin und Montalembert für einzelne Fälle empfohlen, und Cormontaigne hat durch ſein vierzigſeitiges Polygon alle Baſtione in gewiſſer Rückſicht zu Mittelbollwerken gemacht.

Mittelpunkt der Feſtung (Centre du polygon) iſt derjenige Punkt, wo ſich bei regulairen Umriſſen alle Halbmeſſer der Polygone vereinigen. Bei irregulairen Feſtungen hingegen, deren Geſtalt nicht durch eine gleichförmige graphiſche Conſtruction, ſondern durch die Beſchaffenheit des Terrains beſtimmt wird, hat jede Polygonſeite beinahe einen andern Mittelpunkt, wie an ſeinem Orte gezeigt worden. (Irregulaire Feſtung.)

Mittelwall, ſ. Courtine.

Modell iſt ein, nach einem verjüngten Maaßſtabe verfertigtes, und dem Entwurf in allen Theilen vollkommen ähnliches Gebäude. Soll es ſeiner Abſicht entſprechen: dürfen die angenommenen Maaße nicht zu klein ſeyn, damit ſich jede Kleinigkeit daran erkennen und ſelbſt abmeſſen läßt. In fortificatoriſcher Hinſicht iſt die Modellſammlung, welche der verſtorbene Marquis von Montalembert beſaß, eine der wichtigſten. Sie beſtand aus 89 auf das genaueſte nach dem Maaß verfertigten Modellen, in 8 Abtheilungen, und war folgendergeſtalt geordnet:

a) Sieben Modelle, welche zu dem baſtionirten Syſtem gehörten, nach einem Maaßſtabe von 5 Toiſen auf 1 Zoll.

b) Zehn Modelle, zu dem Angular- oder Tenaillen-Syſtem gehörig, theils in einem kleinen Maaßſtabe ($10\frac{1}{2}$ Zoll = 150 Toiſen), theils auch in einem größeren von $1\frac{1}{4}$ Zoll = 1 Toiſ.

c) Dreizehn viereckige Forts und die zugehörigen Caponieren. Die Maaßſtäbe waren: 1 Zoll = 5 Toiſen, 6 Zoll = 100 Toiſen, $9\frac{1}{4}$ Zoll = 15 Toiſen.

d) Fünf dreieckige Forts in denſelben Maaßen.

e) Fünf runde Forts und drei Thürme.

f) Funfzehn Forts zu Vertheidigung der Seeküſten.

g) Vier einzelne Batterien, und Theile derſelben. Maaßſtab $9\frac{1}{4}$ Zoll = 2 Toiſen.

h) Vier und dreißig Arten von Wall- und Küſten-Laffeten in dem eben erwähnten Maaße.

Nicht minder merkwürdig ſind die, noch unter den Augen des Marſchalls Vauban verfertigten Modelle der franzöſiſchen Feſtungen, von denen ſich ein Theil gegenwärtig in Berlin befindet. Jede dieſer Feſtungen hat um ſich einen größern oder kleinern Terrainſtrich, und giebt daher eine gute Ueberſicht der Lage, Einrichtung und Stärke der Feſtung.

Modul iſt in der Baukunſt ein Maaß, das von der Stärke des Säulenſchaftes genommen wird, indem man nach Scamozzi den ganzen, oder nach Vignola den halben Durchmeſſer in 30 Theile theilt. Durch dieſen Modul werden nachher die einzelnen Glieder der Säulenordnungen abgemeſſen und beſtimmt.

Mönch (Moine), um die Minen zu zünden, beſteht aus einem Stück Zündſchwamm, 2 Linien dick und 15 Linien lang, der zwar trocken und feuerfangend, aber nicht mit Salpeterwaſſer getränkt ſeyn muß, weil er außerdem zu ſchnell verbrennen würde. Nachdem nun das, aus der Leitrinne hervorgehende äußerſte Ende der Zündwurſt aufgeſchnitten und mit Mehlpulver beſtreuet worden, kommt der untere Theil des Schwammes — der geſpalten und mit Pulver eingerieben iſt — auf die Zündwurſt; der obere Theil aber geht durch ein Quartblatt Papier hervor, welches jene Zündung bedeckt, und von 4, auf ſeine Ecken gelegten Steinen unverrückt erhalten wird. Zündet man nun das obere Ende des Schwammes an: brennt er langſam herunter, und endlich durch das Papier, wodurch die eigentliche Zündung Feuer bekommt. Ein anderes, eben ſo großes Stück Schwamm dient dem Minirer zu dem Anzünden des Mönches und zugleich als Zeiger (témoin), um den Augenblick des Springens der Mine zu beſtimmen. Dieſe, auch bei dem Sprengen in den Bergwerken und Steinbrüchen übliche Art zu zünden, iſt einfach und ſicher; hat aber den Nachtheil: bisweilen durch die unterirdiſche Feuchtigkeit, welche bekanntlich der Schwamm ſehr anziehet, oder auch wegen Luftmangel zu verlöſchen; daher man oft auch ein anderes Verfahren anwendet. (S. Zünden der Minen.)

In der Baukunſt werden auch noch einige andere Dinge mit dem Namen des Mönches belegt; nämlich die hohle Säule zu dem Ablaſſen der Fiſchteiche, die Spindel einer Windeltreppe, ſo wie überhaupt jede andere ähnliche Spindel; endlich eine alte Art halbzylinderförmiger Hohlſpiegel.

Moëlon, ſ. Steine.

Mörſer (Mortier) ſpielen ſowohl bei dem Angriff, als bei der Vertheidigung der Feſtungen eine ſo wichtige Rolle, daß man ſie nicht nur unentbehrlich finden, ſondern daß man ihnen auch den Vorzug vor den Kanonen geben müßte, wenn die Mörſer allgemein eine durchaus zweckmäßige Einrichtung hätten, und wenn man immer eine hinreichende Menge Bomben haben könnte. Wir dürfen in Hinſicht dieſes ſo nützlichen Geſchützes auf das Wörterb. d. Artillerie und auf die Artik. beſchießen, Bomben und Geſchütz verweiſen.

Mörſerkaſematten (Casemattes des Bombes) wurden zuerſt von Virgin auf den Flanken der Bollwerke vorgeſchlagen, und unterſcheiden ſich von den gewöhnlichen Kaſematten dadurch: daß ſie vorn offen und mit einem höheren Bogen (von etwa 12 Fuß) geſchloſſen ſind, B, Fig. 214., damit die unter 45° Elevation geworfenen Bomben einen freien Ausgang finden. Man darf nicht beſorgen: daß die Bomben der Belagerer durch dieſe Oeffnung herein fallen; ſie müſſen zu Vermehrung der Perkuſſionskraft mit höheren Elevationen geworfen werden und haben deshalb weit größere Einfallswinkel. Gegen die herumfliegenden Stücken der vor den Kaſematten ſpringenden Bomben ſchützt die Bruſtmauer d, und ein 6 Fuß tiefer Graben, der auf ſeiner Sohle 2 Fuß lockern Sand oder Erde hat. 12 Fuß ſind hinreichend zur Breite dieſer Kaſematte. Weder Virgin noch Carnot erwähnen des eben angezeigten Grabens, weil ſie die Kaſematte durch den vor ihr liegenden Wall hinreichend gegen die feindlichen Bomben geſichert halten. Allein, eine einzige Bombe, die zufällig zwiſchen dem Walle und der Kaſematte herein fällt, wird durch ihr Springen immer den darunter ſtehenden Mörſer unbrauchbar machen.

Mörtel (Mortier) heißt die Miſchung des Kalkes mit Sand, klar geſtoßenen Ziegeln u. a. m., wodurch ſeine bindende Eigenſchaft gleichſam erſt entwickelt wird. Das Nöthige über dieſen Gegenſtand iſt ſchon oben (Artik. Kalk) geſagt worden, und daher hier blos noch das Verfahren des franz. Architekten Fleuret anzuführen, um Gußſteine zu verfertigen.

Der Kalk wird zu dieſer Abſicht, friſch gebrannt, in Stükken von der Größe eines Eies zerſchlagen, in einen durchlöcherten Handkorb geſchüttet, und in ein Gefäß mit Regen- oder Flußwaſſer getaucht, bis daſſelbe auf der Oberfläche zu kochen anfängt. Man nimmt nun den Korb heraus, läßt ihn ein wenig ablaufen und ſchüttet ihn in ein leeres Faß, bis auf 2 Zoll unter dem obern Rande, wo der Kalk ſich ſtark zu erhitzen und zu rauchen anfängt, bis er endlich völlig in Staub zerfällt. Um aber den Rauch zurückzuhalten, der dem Mörtel eine vor-

züglich bindende Kraft geben ſoll, wird die Oberfläche des Kalkes mit Sand bedeckt, hoch genug: daß der heftig gährende Kalk nicht hindurchbrechen kann; ſobald ſich daher irgend ein Riß in dem Sande zeigt, muß ſchnell wieder Sand darauf geworfen werden. Nach 10 bis 15 Minuten wird der Kalk die gehörige Zubereitung haben, um nun mit $\frac{2}{3}$ Sand — der beſſer noch, zur Hälfte aus klar geſtoßenen Dachziegeln, oder $\frac{1}{3}$ der letztern und $\frac{2}{3}$ Sand beſteht — vermiſcht zu werden. Dieſes geſchieht vermittelſt der Kalkhacke trocken; denn erſt, wenn Sand und Kalk überall gleichförmig vermiſcht ſind, wird der Haufen mit einer Gießkanne benetzt und dabei 12 Minuten lang ſtark durchgearbeitet, daß er einer feuchten Erde ähnlich wird, und nun ſogleich verarbeitet werden kann. Sollte der Kalk ja noch ein wenig zu ſteif ſcheinen, darf dennoch kein Waſſer hinzugegoſſen werden; ſondern man nimmt anſtatt deſſelben flüſſigen Kalk, der auf die gewöhnliche Art gelöſcht und aufbewahrt iſt. Man ſieht: daß der ſo bereitete Kalk nichts andres als ein Cementmörtel iſt, der auch auf dieſelbe Art verarbeitet werden muß (ſ. Cement), wenn er die erwartete Feſtigkeit bekommen ſoll.

Moineau iſt der Name eines kleinen, flachen Bollwerkes, welches die alten Ingenieure bei unregelmäßigen Befeſtigungen vor die Mitte einer zu langen Courtine legten. In der neueren Zeit nimmt man abgeſonderte Bollwerke oder Raveline w. n. i.

Mole, ſ. Vorwerke.

Montalembert, Marc René, Marq. von, trat 1731 ſehr jung in franzöſiſche Kriegsdienſte, und legte ſich ganz beſonders auf das Studium der Kriegsbaukunſt. Während der in dieſen Zeitraum fallenden Kriege befand er ſich zwei Jahr als Volontair bei der ſchwediſchen und eben ſo lange bei der ruſſiſchen Armee, und hat wahrſcheinlich bei erſtern die Idee zu ſeinen Donjeons, durch die von dem ſchwediſchen General Carlberg vorgeſchlagenen ſteinerne Thürme bekommen. Er wohnte funfzehn Feldzügen in Flandern, Italien und Deutſchland, am Rhein, in Baiern, Böhmen, Weſtphalen, Pommern, Brandenburg und Schleſien, und in dieſen neun Belagerungen bei, und ſah und unterſuchte einen großen Theil der Feſtungen Europens. Weil er nun bemerkt hatte: daß der Widerſtand gewöhnlicher Feſtungen mit Bollwerken weder dem Aufwande, welche ihr Bau verurſacht hatte, noch auch der Größe ihrer Werke entſprach: erklärte er dieſe ganze Befeſtigungskunſt für untauglich, und ſetzte eine Tenaille (ſ. dies Wort) an ihre Stelle, die dem

Feinde durch mehrere Lagen kaſemattirter Batterien übereinander ein überlegenes Feuer entgegenſetzt. Sein Syſtem (La fortification perpendiculaire, ou Essai sur plusieurs manières de fortifier etc.) ſtieß ſowohl durch den Umriß, als durch die von dem Walle abgerückten Futtermauern, und durch die zwei- und dreifachen Lagen Geſchützſtände, gegen die gangbaren Grundſätze der Befeſtigungskunſt, und fand daher ſtarken Widerſpruch bei dem franzöſiſchen Ingenieurkorps aus, deſſen Offiziere eine ausführliche Widerlegung drucken ließen (Mémoires sur la fortification perpendiculaire, 4to. 1786.). Der Marquis beleuchtete dieſe Widerlegung, und ſetzte ſeine Ideen — nach denen verſchiedene Werke bei Anklam und Stralſund, auf der Inſel Oleron und das hölzerne Fort auf der Inſel Aix angelegt worden waren — mehr auseinander, ſo daß ſein Werk bis zu dreizehn Bänden anwuchs. In Deutſchland fanden ſeine Grundſätze den verdienten Beifall; mehrere Orte wurden darnach befeſtiget. In Frankreich aber erwähnten die neueren Schriftſteller über die Kriegsbaukunſt ſeines Namens nicht einmal. Nur zwei, Belair und Mandar ließen ihm Gerechtigkeit widerfahren; auch Carnot nahm einiges von ihm auf, doch ohne ihn zu nennen, wie er es auch mit Virgin gemacht hatte. In den Stürmen der Revolution blieb der Marq. von Montalembert, ein faſt achtzigjähriger Greis, ruhig in ſeinem Hotel in Paris, woſelbſt er auch geſtorben iſt.

Mordkeller, ſ. Kaſematten.

Munition, welche in einer Feſtung erforderlich iſt, ſiehe Ausrüſtung; die zu einer Belagerung nöthige Munition aber iſt unter Belagerungstrain zu finden.

N.

Nächtlicher Ueberfall (Camisade), ſ. Ueberfall.

Nägel (Cloux) müſſen aus geſchmeidigem Eiſen geſchmiedet, auf ihren Flächen eben und ohne Schiefer, weder zu hart noch zu weich ſeyn, damit ſie gut in das Holz gehen, ohne ſich zu biegen, ſich aber dennoch mit der Spitze umſchlagen laſſen.

Bei Anſetzung der zu einem Bau erforderlichen Nägel iſt ſowohl der hier vorfallende häufige Bruch, als auch das gewöhnliche Vertragen derſelben zu berückſichtigen, und beides zuſammen wohl auf 30 bis 40 pro Cto. zu rechnen. Man veran-

ſchlagt übrigens auf jeden Knappen 2 Nägel, auf jede Latte 10 Nägel, und auf ein Bret 20 Nägel; denn jede Latte wird auf dem Sparren, auf welchem ſie liegt, mit 1, und jedes Brett auf ſeinen Balken mit 2 Nägeln befeſtiget. Man bedarf ferner zu

1 Quadratruthe Decke auf Bretterſchalung:	1050 Rohrnägel.
1 — — desgl. auf Lehmfache und über die Balken zu berohren:	450 — — / 10 ßo. Bretn.
200 laufende Fuß Stiele, Rähmen oder Balken zu berohren:	1620 Rohrnägel.

Die gewöhnlichen Gattungen Nägel zeigt folgende Tafel:

Arten der Nägel.	Länge in Zollen.	Gewicht derſelben. Pfund.	Loth
		A. das Stück.	
1) Große Schleuſennägel, oben 1 Zoll ſtark	17	$5\frac{1}{2}$	—
2) Mittlere desgl. zu Befeſtigung der Grundbalken an die Pfähle, $\frac{5}{8}$ Zoll ſtark.	18	1	24
3) Zu den Schleuſenböden, $\frac{1}{2}$ Zoll ſtark.	13	—	19
		B. das Schock.	
4) Ganze Knappennägel, breit mit großen Köpfen.	10	36	16
5) Halbe Knappennägel, oder Sechspfennignägel.	8	14	8
6) Viertheils-Knappennägel, oder Dreipfennignägel.	$6\frac{1}{2}$	6	8
7) Thornägel, mit großen Köpfen.	$3\frac{1}{2}$	1	16
8) — — mit kleinen Köpfen.	3	1	5
9) Bodenſpieker.	$5\frac{1}{2}$	2	21
10) Lattennägel.	$3\frac{1}{2}$	1	12
11) Ganzer Bretnagel.	3	1	—
12) Halber — —	$2\frac{1}{4}$	—	20
13) Leiſtennagel.	$1\frac{1}{2}$	—	5
14) Spohnnagel.	$2\frac{1}{4}$	—	$1\frac{1}{2}$
15) Schindelnagel.	$2\frac{1}{2}$	—	5
16) Schiefernagel.	$1\frac{1}{2}$	—	5
		C. das Tauſend.	
17) Ganzer Schloßnagel.	$1\frac{1}{2}$	3	16
18) Halber — —	$\frac{3}{4}$	2	26
19) Rohrnagel.	1	3	8

Naſe iſt der Haken der Dachziegel, durch den ſie auf die Dachlatten gehangen werden.

Nebenflanke (Second flanc, oder flanc de Courtine) wird durch das Eintreffen der Streichlinie auf der Courtine oy und Px, Fig. 139. Tab XII. gebildet, ſo daß noch ein Theil der letzteren zu Beſtreichung des Bollwerkswinkels angewendet werden kann. Da die Alten ſehr lange Courtinen und gewöhnlich kleine Bollwerke machten: findet man auch faſt bei allen ihren Befeſtigungsſyſtemen die Nebenflanke. Auch Glaſer, Sturm, und der P. Caſtel empfehlen ſie, weil man durch ſie Gelegenheit bekomme: einige Kanonen auf CX zu ſtellen, und weil man mit größerer Bequemlichkeit eine Fauſſebray anbringen könne. Der größere Theil der neueren Ingenieure hat jedoch die Nebenflanke mit Recht als unnütz verworfen, weil ſie 1) eine viel zu ſchiefe Vertheidigung giebt, als daß man eine genügende Wirkung von ihr erwarten könnte; 2) die Bollwerke durch ſie zu ſpitz, und 3) die Flanken zu kurz ausfallen. Stumpfe Bollwerke aber gewähren mehrere wichtige, die Nebenflanke weit überwiegende Vortheile:

a) ſpringen ſie weniger in das Feld vor; ihre Façen haben eine mehr gerade, der Capitale näher liegende Vertheidigung.

b) Iſt die Lage und Länge der Courtine nebſt der Weite der Kehle gegeben, bekommt man eine größere Flanke und folglich auch ein größeres Bollwerk, wenn man den vorſpringenden Winkel P und O ſtumpfer macht, ſo daß die Streichlinie nicht mehr in die Courtine, ſondern in den Flankenwinkel C fällt. Wenn im Gegentheil die Courtine, wie gewöhnlich, unbeſtimmt iſt: werden durch einen ſtumpfen Winkel die Kehlen der Bollwerke weiter, die Flanke freier, und die Courtine und die Streichlinien länger. Man kann demnach mit der nämlichen Anzahl Bollwerke einen größeren Raum umſchließen, welches in Hinſicht der Baukoſten allerdings ſehr vortheilhaft iſt, da man unter dieſen Umſtänden nicht an der Vertheidigungsfähigkeit verliert.

Nebengänge, ſ. Minenäſte.

Nebenthüre, ſ. Einlaßpforte.

Neuneck (l'Ennéagone) umſchließt bei 90 Ruthen Polygonſeite einen hinreichenden Raum für 5000 Mann Beſatzung, die der Feind nicht ohne Sorge unberührt laſſen kann. Eine ſolche Feſtung würde demnach ſchon unter die zweite Klaſſe zu zählen ſeyn, die ihre Stelle auf den wichtigeren Päſſen der erſten Linie bekommen.

Niedere Façe (place basse) entſteht durch die, um das Bollwerk herum gehende Fauſſebray (w. n. i.); alles, was

in Rückſicht der zweckmäßigen Einrichtung dieſes Feſtungstheiles ſtatt findet, iſt daher auch auf die niedere Façe völlig anwendbar.

Niedere Flanke (flanc bas) iſt zu Beſtreichung des Grabens beſtimmt; ſie muß daher dieſen

1) auf der Sohle, oder einen naſſen Graben auf der Oberfläche des Waſſers vollkommen beſtreichen können;
2) muß ſie möglichſt gegen das feindliche Feuer gedeckt ſeyn;
3) muß ſie, wenn ſie vor der hohen Flanke liegt, durch einen Graben von dieſer geſchieden ſeyn, damit die herabgeſchoſſenen Steine und Schutt nicht ihren Wallgang bedekken und ſie dadurch unhaltbar machen.

Wie dieſe Bedingungen zu erfüllen ſind, iſt ſchon oben geſagt worden (Artik. Flanke). Das Vortheilhafteſte ſcheint wohl zu ſeyn: dem Durchgange nach der niederen Flanke eine ſolche Einrichtung zu geben, daß er zur Zeit des feindlichen Ueberganges über den Graben für 2 Geſchütze Raum hat, um die über den Graben geführte Sappe oder den Damm beſchieſſen zu können. Weil aber die Contrebatterie eben dieſes verhindern ſoll, muß dieſe niedere Flanke nothwendig durch eine vorgelegte Schulterwehr (Masque) verborgen und geſichert werden. (S. verdeckte Batterien.) Wird nun in der erſten und zweiten Epoche der Belagerung blos von der hohen Flanke gegen die Contrebatterie gefeuert: bleibt die offene niedere entweder ganz von dem Feinde unbeachtet, oder leidet keinen weſentlichen Schaden, weil ſie nicht mit Geſchütz beſetzt iſt, und blos den hinter ihr liegenden Durchgang ſchützen ſoll. Sie kann demnach den Uebergang über den Graben ſehr erſchweren, oder bei einem Waſſergraben durch Zerſtörung des Faſchinendammes im Augenblicke des Sturmes entſcheidend wirken.

Niederer Wall, ſ. Fauſſebray.

Niederländiſche Befeſtigungsmanier gründete ſich zuvörderſt auf die Eigenheit eines flachen Landes, in einer geringen Tiefe ſchon Waſſer zu enthalten; und dann auf die Nothwendigkeit, worinnen ſich die Niederländer während ihres Unabhängigkeitskrieges befanden: die nach alter Art blos mit Mauern umſchloſſenen Städte ſchnell gegen den ihnen drohenden Angriff der Spanier zu ſchützen.

Die Eigenheiten dieſer Befeſtigungsweiſe ſind daher:

1) Waſſergräben, welche das Hauptwerk ſowohl, als die Auſſenwerke umſchließen; ja, bisweilen ſogar ein Vorgraben außerhalb des Glaçis.

2) Erdwälle, entweder ohne Futtermauern, oder wenigſtens nur mit halber Mauerverkleidung.
3) Eine die ganze Feſtung umſchließende Fauſſebray (w. n. i.) zur niederen Vertheidigung der Contreſcarpe und des Waſſergrabens.
4) Viele und mancherlei Außenwerke, beſonders Hornwerke; öfters ſelbſt ein doppelter bedeckter Weg.
5) Spitze Bollwerkswinkel, und daher Nebenflanken. Zugleich ſtehen die ziemlich kurzen Flanken der Bollwerke auf der Courtine ſenkrecht. (S. Freitag.)

Bei den Deutſchen fand dieſe Manier den meiſten Beifall; mehrere noch exiſtirende Feſtungen der nördlichen Länder ſind nach ihr gebaut. Die Befeſtigungsſyſteme Marolois, Melders, Völkers, Ruſenſteins, Scheithers, Neubauers, Burgsdorfs, Klengels, Heers und Cöhorns gründeten ſich auf ſie. (S. Syſteme.)

Nivelliren des Terrains iſt bei dem Bau einer Feſtung eine unerläßliche vorläufige Operation, um das Defilement, d. h. die relativen Höhen der Feſtungswerke zu beſtimmen, damit ſie den innern Raum möglichſt gegen die Beherrſchung der umliegenden Gegend ſchützen, und dieſe vielmehr auf eine zweckmäßige Art überhöhen. (S. Defilement.) Das Verfahren dabei iſt bekannt genug, als daß es einer beſondern Erwähnung bedürfte.

Auch die Minengänge einer Feſtung müſſen nothwendig nivellirt werden, wenn man noch keinen genauen und richtigen Riß davon hat, und ihre ſenkrechte Entfernung von der Oberfläche der Erde, oder, welches eben das iſt: die kürzeſten Widerſtandslinien der zugehörenden Minenkammern nicht weiß. Man legt zu dem Ende das Minengewebe zwiſchen zwei horizontale Flächen, deren einer durch die Sohle der niedrigſten Gallerie, und die andere durch den höchſten Punkt des Glaçis geht. Werden nun durch Abwiegen der Minengänge und des Terrains über denſelben die entſprechenden Höhen übereinſtimmender Punkte gefunden: ſo ergiebt ſich daraus die Stärke des zwiſchen ihnen liegenden Erdbodens, oder die verlangte k. W. L.

Weil dieſes Nivelliren der dunkeln Minengänge mit den gewöhnlichen Inſtrumenten, oder mit dem Richtſcheit und der Schrotwaage theils beſchwerlich, theils unſicher iſt: hat Gumperz eine beſondere Waſſerwaage zu dieſem Behuf erfunden, die an ihrem Orte beſchrieben werden wird.

Noyeau nennt Herbort das Reduit ſeiner Werke. S. Retiraden.

O.

Ober-Bau heißen alle Bauwerke über der Erde, im Gegenſatz des **Grundbaues**.

Ober-Ingenieur einer Feſtung (Directeur des fortifications, oder Ingenieur de place) hat die Leitung aller Befeſtigungs- und Vertheidigungsarbeiten derſelben, ſowohl im Frieden, als bei einer vorfallenden Belagerung. Seine Obliegenheiten und Vorrechte ſind in den Ingenieur-Reglementern genau und ausführlich vorgeſchrieben; es würde zwecklose Verſchwendung des Raumes ſeyn, hier etwas darüber zu ſagen; um ſo mehr, als der von ihm zu treffenden Anſtalten weiter unten nochmals erwähnt werden muß. (**Vertheidigung der Feſtungen.**)

Ober-Platte, das oberſte platte Glied über dem Karnies eines Hauptgeſimſes.

Oeffnen der Laufgräben, ſ. **Eröffnung** und **Parallelen**.

Ohr, der Bogen über dem, durch eine Mauer gehenden Fenſter, oder der Thüre, in einem gewölbten Behältniſſe, welches als ein **Gurt** dem Hauptgewölbe an der, durch die Oeffnung unterbrochenen Stelle zur Widerlage dient.

Ordnung, ſ. **Säulen**.

Orillon, ſ. **Bollwerksohr**.

Ort heißt das hintere Ende eines Minenganges, wo der Minirer arbeitet, um ihn weiter vorzutreiben.

P.

Pagan (Graf von) war der Erſte, der die bis dahin gangbare Gewohnheit verließ: die Flanken ſenkrecht auf die Courtine zu ſetzen, indem er zugleich ſeine Bollwerke vergrößerte und überhaupt bei ſeinem Umriß das Terrain mehr berückſichtigte. Seine Hauptgrundſätze ſind:

1) Die äußere Polygon, auf welcher er ſeine Feſtungen conſtruirt, ſetzt er nicht **über** 96 und nicht **unter** 46 Ruthen. Denn da die **Streichlinie** hier ſchon 68 Ruthen, und die **Façe** $58\frac{1}{2}$ Ruthen iſt: würde jene durch Vergrößerung der Po-

lygon zu lang werden. Bei einer längern Polygonſeite theilte er ſie, und machte zwei oder drei Polygone daraus; auf einer kürzern hingegen gab er den Façen ebenfalls eine geringere Länge, um dem Graben vor der Courtine ſeine Vertheidigung zu erhalten.

2) Den Perpendikul ML ſetzte er auf $\frac{1}{6}$ AB, Fig. 134. Tab. XII., und machte ihn dadurch von der Größe der äußeren Polygon abhängig. Seine kleinen Winkel überſteigen daher nie 24 Grad, und die Bollwerkswinkel können nicht zu ſpitz werden.

3) Sobald der Polygonwinkel kleiner als 100° wird: muß der Perpendikul ebenfalls kleiner werden, damit die Bollwerke nicht zu ſpitz ausfallen.

Wenn man nach dieſen Vorausſetzungen den Winkel der Streichlinie und Flanke $D = 90°$, die äußere Polygon $a = 180$ Toiſen, die Façen $F = 55$ Toiſ., endlich den Perpendikul $= 30$ Toiſ. und folglich den kleinen Winkel $B = 18° 26'$ macht, bekommt man durch die Formel $F = \frac{a \operatorname{Cos.} B - b}{\operatorname{Cos.} 2.\ B.}$ für die Streichlinie $b = a. \operatorname{Cos.} B - F. \operatorname{Cos.} 2B.$ (Bollwerk.)

Nun iſt $a. \operatorname{Cos.} B = 180. \operatorname{Cos.} 18°26' = 180. 0{,}948 = 170{,}6$

$F. \operatorname{Cos.} 2B = 55. \operatorname{Cos.} 36°52' = 55. 0{,}805 = 44{,}2$

daher $b = 126{,}4$ T.

Die Flanke $f = (b - F)$ tang. $B = 71{,}4. 0{,}333 = 23{,}8.$

Die Courtine $c = 2b.$ cos. $B - a = 252{,}8. 0{,}948 - 180. = 59{,}6$ Toiſ. (Die Erläuterung dieſer Formeln findet ſich oben unter den zugehörigen Worten, und unter Bollwerk.) Man bekommt demnach im

	VIEck.	VIIEck.	VIIIEck.
Die Capitale	46,1	44,3	43,3
Die halbe Kehle.	37,2	40,9	43,7

ebenfalls durch die dort gegebenen Formeln, wo die Capitale r $= \frac{b. \operatorname{Sin.} B}{\operatorname{Sin.} A}$;

und die halbe Kehle $g = \frac{1 \operatorname{Sin.} (A - B)}{\operatorname{Sin.} B} - c$; wo der Winkel A im Sechseck = 60 Grad

im Siebeneck = 64 — 17 Minut.

im Achteck = 67 — 30 — iſt.

Dieſe Befeſtigungsweiſe hat immer noch den Fehler der ältern: zu lange Streichlinien zu geben, weil ſie die äußerſte Grenze des wirkſamen Flintenſchuſſes enthält, der

nun von der Flanke nur bis höchſtens an die Bollwerksſpitze geht, die Abrundung des Grabens, den ausſpringenden Winkel und das Glacis vor demſelben aber ohne Vertheidigung läßt. Zugleich raubt Pagan der dreifachen Flanke (w. n. i.) durch den großen Drillon noch einen Theil ihrer Wirkung.

Um gleich bei Erbauung des Bollwerkes ſich einen guten Abſchnitt zu bereiten, legt Pagan ein anderes kleineres Bollwerk in daſſelbe, das einen verhältnißmäßigen Graben vor ſich hat, und deſſen Linien mit jenem verbunden ſind. Man ſieht leicht: daß dieſes kleinere Bollwerk durchaus keine Grabenvertheidigung hat, und daß es vermittelſt einer in die Courtine gelegten Breſche leicht umgangen werden kann. Pagan hat zwar hinter ſeinem Bollwerksohre drei Kanonen zu Vertheidigung dieſer Breſche beſtimmt; allein, ſie werden wahrſcheinlich ſchon lange vor dem Zeitpunkte des Sturmes durch die feindlichen Bomben unbrauchbar gemacht worden ſeyn.

Palanken oder Pfahlwerke beſtehen aus dicht nebeneinander in die Erde gerammten Palliſaden, die der hinten angeſchütteten Erde zur Verkleidung und zugleich als Bruſtwehr dienen. Man findet dieſe Befeſtigungsart häufig in Ungarn und in der Türkei zu Umfaſſung kleinerer Städte, anſtatt der Stadtmauern angewendet.

Palliſaden (Palisades) ſind immer eine unerläßliche Verſtärkung des bedeckten Weges, wenn dieſer nicht durch einen hinreichend breiten und tiefen Vorgraben gegen jeden unerwarteten Anfall des Feindes geſichert iſt.

Sie beſtehen entweder aus 8 Fuß langem, 8 Zoll ſtarkem Rundholz, oder ſind dreieckig geſchnitten, ſo daß jede Seite 7 bis 8 Zoll breit wird. Die erſtere Art wird gewöhnlich nur angewendet, wenn man die Palliſaden erſt bei der Annäherung des Feindes einſetzt, und daher mehr auf ſchnelle Beendigung der Arbeit, als auf Erſparniß des Holzes ſehen muß; in den Feſtungen aber, wenn man die Palliſaden mit Muße verfertigen laſſen kann, werden ſie beſſer aus ſtarkem Eichen-, Buchen- oder Kienenholz geſpalten, daß ſie vier runde und zwei platte Seiten bekommen, mit deren einer ſie an die Queerlatte, 2, höchſtens 3 Zoll auseinander, genagelt werden.

Um die Palliſaden mit dem geringſten Holzaufwande zu bekommen, ſind Bäume von 15 bis 20 Zoll Durchmeſſer, oder 44 bis 58 Zoll im Umkreis, auf dem Stamm, am ſchicklichſten, denn ſtärkeres Holz muß zu andern Zimmerarbeiten aufbewahrt werden. Aus nachſtehender Tafel ergiebt ſich die Zahl und Beſchaffenheit der aus einem Klotz zu ſchneidenden Palliſaden.

Dicke des Baumes mit der Rinde.	Ohne Rinde. Durchmeſſer.	Ohne Rinde. Umkreis.	Giebt Palliſaden:	Breite der Seiten. der platten.	Breite der Seiten. der runden.	Zu 6 Fuß laufender Länge werden Palliſ. erfordert:	Inhalt einer 8 Fuß langen Palliſade.	Zu einer laufenden Toiſe iſt nöthig	Würfelfuß.
				Zoll.	Zoll	Zoll	Zoll.	Zoll.	Fuß.
44	12	37	6	6	6	9	1528	13752	8
47	13	41	6	$6\frac{1}{2}$	7	8	2184	17472	10,1
50	14	44	8	7	$5\frac{1}{2}$	8	1848	14784	8,7
54	15	47	8	$7\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{2}$	2064	15480	9
58	16	50	12	8	4	7	1536	10752	6,3

Sie werden gewöhnlich in einer Feſtung von dreierlei Länge gemacht: 8 Fuß auf den bedeckten Weg, in die trocknen Gräben ꝛc., wo ſie 3 Fuß tief eingegraben werden und 5 Fuß herausſtehen; 11 Fuß in die Durchgänge an den Traverſen; endlich 6 Fuß, wenn ſie als Sturmpfähle in die Bruſtwehren gelegt werden ſollen.

Wenn die Palliſaden während des Friedens nicht unter Schuppen aufbewahrt, ſondern beſtändig ſtehen bleiben ſollen, wie um die Pulvermagazine, Schuppen u. dgl., muß man das Holz nicht allein von der Rinde, ſondern auch vom Splint befreien, weil dieſer der Fäulniß zu ſehr ausgeſetzt iſt. Man muß jedoch alsdann um die Hälfte mehr Holz haben; denn ein Baum, der ohne Splint 14 Zoll Durchmeſſer hat, muß mit dem Splint $17\frac{3}{10}$ Zoll ſtark ſeyn, und ihre Durchſchnitte werden ſich wie 154 : 235 verhalten. Das Hinwegnehmen des Splintes verurſacht demnach einen ſehr bedeutenden Holzverluſt.

Die in der Tafel aufgeführten Hölzer ſind ſelten über 16 Fuß lang; jedes giebt demnach 12 bis 16 Palliſaden, und ſind $62\frac{1}{2}$ zu 1000 Palliſaden nöthig.

Da die 22 Fuß langen Hölzer die ſtärkſten ſind, die 24 11füßige Palliſaden geben, bedarf man nur 41 derſelben zu 1000 ſolchen Palliſaden.

In zehn und einer halben Arbeitsſtunde konnten 48 Zimmerleute aus krummen und knotigen Buchenholz nur 307 Palliſaden ſchneiden; aus gleichem und geradem Buchenholz machten am folgenden Tage 37 Zimmerleute in der nämlichen Zeit 589 Palliſaden; ja 36 der nämlichen Zimmerleute verfertigten am dritten Tage 655 Palliſaden, indem ſie zugleich vorher das Holz fällten. Eichenholz iſt um etwas härter, und erfordert daher

mehr Arbeit und Zeit, um geſchnitten und zugeſpitzt zu werden; weit ſchneller aber iſt Fichten= oder Tannenholz zu bearbeiten. Man kann übrigens rechnen, daß 2 Zimmerleute und ein Handlanger täglich 56 Palliſaden eingraben und die Latte daran nageln. Dieſe letztere iſt 4 Zoll breit und 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll ſtark. Sie wird 18 Zoll unterhalb der Spitze mit einem ſtarken eiſernen Nagel an die Palliſade geheftet.

Man ſetzt die Palliſaden gewöhnlich auf den Auftritt des bedeckten Weges, ſo daß ſie oben 3 Fuß von dem Kamm deſſelben ab ſtehen. Rechnet man nun 16 Palliſaden von 8 Fuß auf die laufende Ruthe: läßt ſich die erforderliche Menge derſelben leicht beſtimmen, wenn man die Linien des bedeckten Weges auf jeder Fronte mißt, und 1 Ruthe für jeden Ausgang, und 3 Ruthen für jede Traverſe abrechnet, wo 11 Fuß lange Palliſaden geſetzt werden.

Wären demnach alle Linien des bedeckten Weges einer Polygon nach Abzug der Ausgänge = = =	125 Ruthen,
ſind auf jeder Seite 2 Traverſen, jede 3 Ruthen lang mit Palliſaden zu beſetzen, zuſammen 8,	24 —
	149 Ruthen.
Die mit 8 Fuß langen Palliſaden, 16 auf die laufende Ruthe, zu beſetzen, erfordern	2400 Palliſaden.
Folglich auf alle Fronten eines Sechseckes	14400 — —
Desgl. 11 Fuß lange Palliſaden, an den Umgängen der Traverſen = = =	2400 — —

Hierbei muß zugleich etwas auf den Abgang gerechnet werden, wofür Cormontaigne $\frac{1}{10}$ ſetzt, das aber ſehr füglich auf $\frac{1}{20}$ beſchränkt werden kann.

Zu den Ausgängen ſind auf jeder Polygon 8 große Gatterthore (w. n. i) von 9 Fuß Breite, und eben ſo viel 4 Fuß breite zu den Durchgängen an den Traverſen nöthig. Ein großes Gatterthor beſteht aus

	Länge.	Stärke oder Breite und Höhe.	Stärke nach Cormontaigne.
	Fuß.	Zoll.	Zoll.
2 Thürpfoſten a, Fig. 216.	10	12 und 12	9 und 9
1 Schwelle, an welche die Flügel anſchlagen. Sie iſt in jene eingezapft. b.	10	12 u. 12	9 u. 6
2 Sohlſtücke c, in welche die	3	8 u. 9	9 u. 6
2 Streben d eingelaſſen ſind.	$2\frac{1}{2}$	6 u. 8	8 u. 6
2 inwendige Streben e ſind in die Pfoſten und in die Schwelle verzapft.	2	6 u. 8	8 u. 6
4 Ständer h bilden mit den	6	4 u. 6	4 u. $5\frac{1}{2}$
4 Queerleiſten g das Gerüſte der beiden Flügel, die aus	$4\frac{1}{2}$	4 u. 6	4 u. 5
10 ſtarken Staketen beſtehen, und durch die	6	4 u. 4	4 u. 3
2 Strebeleiſten I und den	5	4 u. 6	4 u. 5
Thorſchwengel K zuſammen gehalten werden.	$10\frac{1}{2}$	4 u. 6	4 u. 5

Die letzteren Stärken ſind, unter der Vorausſetzung: daß Eichenholz zu den Gatterthoren angewendet wird, völlig hinreichend.

Von dieſen Thoren unterſcheiden ſich die vor den eigentlichen Eingängen der Feſtung blos durch eine größere Breite; die Thore der Durchgänge an den Traverſen aber ſind kleiner. Sie beſtehen aus

2 Thürpfoſten	von 11 Fuß Länge,	9 Zoll Breite,	9 Zoll Höhe.
1 Schwelle	— 5 = —	9 = —	6 = —
2 Sohlſtücken	— 3 = —	9 = —	6 = —
2 Streben	— 3 = —	} 4 = —	} $5\frac{1}{2}$ = —
2 Ständern	— 8 = —		
1 Thürſchwengel	— 5 = —		
2 Queerleiſten	— 3=4 = —		
1 Strebeleiſte	— 6 = —		
5 Staketen	— 8 = —	4 = —	$2\frac{1}{2}$ = —

Außer der vorerwähnten Palliſadirung des bedeckten Weges A, Fig. 217. Tab. XVII. iſt eine zweite zur nachdrücklichen Vertheidigung, auf der angegriffenen Fronte durchaus nothwendig, beſonders in ſolchen Feſtungen, wo die Annäherung des Feindes nicht durch einen naſſen Vorgraben erſchwert wird; oder wenn die Contreſcarpe keine Mauerverkleidung hat. Cormontaigne will dieſe zweite Palliſadirung am Fuß des Auftrittes anbringen B; es iſt jedoch beſſer: ſie ſo weit im bedeckten Wege zurückzuſetzen, daß ſie nur etwa 6 bis 8 Fuß von dem äußern Grabenrande abſteht C, und außer den Traverſen noch durch mehrere Queerreihen unterſchieden wird. In dieſer zweiten Palliſadirung ſind dieſelben Eingänge, wie in der erſten; die größe-

ren dienen hier zu den offenſiven Bewegungen gegen den Feind, die kleineren aber zu dem Rückzuge der Truppen hinter die Queerreihen und Traverſen, wenn der Belagerer ſich des bedeckten Weges bemächtiget. Hat man viel Holz, daß die Zwiſchenräume der Palliſaden mit 4 Fuß hohen Stücken ausgeſetzt und dadurch Flintenſchußfrei gemacht werden: giebt man ihnen hinten einen Auftritt, um ſie auch zur Vertheidigung benutzen zu können. Der Nutzen dieſer zweiten Palliſadirung iſt in allen Belagerungen, wo man ſich ihrer bediente, auf eine auffallende Weiſe beſtätiget worden. Einige Kriegsbaumeiſter, wie Bellersheim und Borgo, haben ſich daher auch nicht mit einer doppelten Reihe Palliſaden begnügt, ſondern hinter derſelben noch eine dritte anbringen wollen.

Die Retiraden, im bedeckten Wege ſowohl, als in den Außenwerken, werden ebenfalls durch eine auswärts geneigte Palliſadenreihe D geſchützt. Ja, wenn es nicht gewöhnlich der Holzmangel verböte, würden Palliſaden, dicht hinter der Cünette eines trocknen Grabens, der Vertheidigung deſſelben ſehr vortheilhaft ſeyn. Sie ſetzen dem Feinde ein neues, ſchwer zu überwindendes Hinderniß entgegen, das noch vergrößert wird, wenn die Cünette breit und tief genug iſt, um beſondere Anſtalten zu dem Uebergange über ſie zu erheiſchen.

Vor der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts ſetzte man die Palliſaden noch nicht hinter das Glaçis, denn Naudin iſt der Erſte, welcher ihnen dieſe Stelle anweiſt (Ingenieur françois). Die älteren Kriegsbaumeiſter beſtimmten theils die Oberfläche des Glaçis, 4 Fuß von dem Kamme deſſelben, oder den trocknen Graben, oder endlich die Berme dazu. Weil jedoch die Palliſadirung auf dem Glaçis dem feindlichen Feuer zu ſehr ausgeſetzt iſt, legt Landsberg 20 Fuß von dem Kamme des Glaçis einen Graben, in deſſen Mitte er ſeine Palliſaden ſetzt. Lieftink (Plan van en nieuwe methode om regte Linien te fortificeeren) rückt dieſen Graben bis 6 Fuß an den Kamm, und bringt vier Reihen Palliſaden in demſelben an. Alle ſpätere Ingenieure haben jedoch die Stellung der letztern hinter dem Glaçis angenommen, und weichen blos in Abſicht ihrer Entfernung von demſelben ab. Dieſe beſtimmt Blondel zu 5 bis 6 Fuß vom Glaçis, Müller, Werthmüller, Hee und Glaſer 2 Fuß, Medrano und Vaubau ½ Fuß, worin ihm die meiſten neueren folgen.

Weil alle dieſe Palliſaden die Ausfälle einigermaaßen erſchweren, wo die Truppen nur durch die Gatterthore herausgehen können, und weil ſie zugleich der Fäulniß unterworfen ſind, wenn ſie lange in der Erde bleiben, während das Herausnehmen und Wiedereinſetzen Arbeit und Zeitverluſt macht: fiel Edhorn zuerſt darauf, ſeine Palliſaden beweglich zu machen, daß

ſie leicht niedergelegt, oder auch Gliederweiſe hinweggenommen werden konnten. Es ſind nämlich von 10 zu 10 Fuß ſtarke Pfoſten in die Erde geſetzt, und mit Zapfenlöchern verſehen, um einen beweglichen Queerbalken aufzunehmen, an den die Palliſaden, faſt wie die Schweinsfedern der Spaniſchen Reiter, (w. n. i) befeſtigt ſind. Werden ſie niedergelegt, ſo ruhen ſie mit ihren Spitzen auf dem Kamme des Glacis, und erleichtern der Beſatzung bei Ausfällen das Auf- und Abſteigen.

Mehrere Ingenieure nahmen in der Folge dieſe Erfindung von Cöhorn an, indem ſie jedoch einige und andere Abänderungen daran machten. Herbort will die Ständer nicht eingraben, ſondern in eigends dazu ausgemauerte Löcher einſetzen, damit die entzweigeſchoſſenen leicht und ſchnell gegen neue vertauſcht werden können. Die $3\frac{1}{2}$ Fuß langen Palliſaden gehen auch blos mit ihrem 6 Zoll langen verkeilten Zapfen durch die bewegliche Schwelle, damit unten ein Raum von $3\frac{1}{2}$ Fuß im Lichten hoch bleibt, um durch dieſe Oeffnung an die, 10 Fuß davon entfernte Bruſtwehr des bedeckten Weges m zur Vertheidigung treten, oder nachher bei dem zu heftigen Andringen des Feindes wieder zurückziehen, und von dem an den Palliſaden befindlichen Auftritt n, Fig. 29** Tab. V. über ſie hinweg feuern zu können.

Rotberg und von Bellersheim nahmen dieſe Erfindung mit geringen Abänderungen in ihre Werke auf; Trincano aber legt ſeine bewegliche, 9 Zoll ſtarke Schwelle A dicht an den Erdboden, Fig. 218. Fab. XVI., damit die in dieſelbe verzapften Palliſaden B, vermittelſt der queer über ſie genagelten Latten D, der ausfallenden Beſatzung als Stufen dienen, wenn ſie um und mit der Spitze an das Glacis gelegt werden.

Redelykheit, der den Palliſaden ein beſonderes Werk gewidmet hat (De nieuw uitgevonden Palissaden. 8. Amsterdam 1775.) hat ſeine beweglichen Palliſaden nicht zum Niederlegen eingerichtet, wie die vorerwähnten Ingenieure, ſondern die 12 Fuß breiten Glieder — deren jedes aus 14 Palliſaden D, $4\frac{1}{3}$ Fuß lang, 7 Zoll breit, 3 Zoll dick, und zwei Latten C, Fig. 219. Tab. XVII. beſteht — laſſen ſich mit den beiden äuſſerſten Palliſaden B in den hohlen Ständern A auf und ab ſchieben, und vermittelſt eines eiſernen Nagels in jeder Höhe feſtſtellen. Bei einer andern Art beweglicher Palliſaden deſſelben Verfaſſers iſt jedes Glied in eine Schwelle P, Fig. 220. verzapft, die ſich in den völlig in die Erde verſenkten Ständern F drehet, damit man die Palliſaden A entweder ſenkrecht, oder auch vorwärts geneigt aufſtellen kann; ſie werden im letzten Falle von der Stütze V getragen, in beiden Fällen aber durch die hintere Stütze B feſtgehalten.

Die künſtliche Einrichtung aller dieſer beweglichen Palliſaden iſt offenbar ihrem Gebrauch entgegen. Dazu noch: daß die umgelegten keinesweges dadurch gegen das feindliche Geſchütz geſichert, ſondern der Wirkung der Bomben und Rikoſchetſchüſſe ſelbſt noch mehr ausgeſetzt ſind. Man hat ſich ihrer daher auch nie bedient, ſondern ſich immer mit den gewöhnlichen eingegrabenen Palliſaden begnügt.

Es ſcheint jedoch in einer belagerten Feſtung nicht ohne Nutzen zu ſeyn: eine andere Gattung beweglicher Palliſaden vorräthig zu haben, die unten in ein Gerüſte eingelaſſen ſind, Fig. 221. Tab. XVII., damit ſie ohne Arbeit und Zeitverluſt von einem Orte zu dem andern getragen und augenblicklich aufgeſtellt werden können. Sie würden bei Vertheidigung der Breſche und der Abſchnitte in den ſchon vom Feinde eroberten Werken angewendet werden können. Die einzige Schwierigkeit dabei iſt die Ausmittelung ihrer Schwere, daß ſie ſich noch bequem fortkragen laſſen, ohne doch ſo leicht zu ſeyn, daß der Feind bei dem Angriff ſie umwerfen kann.

Palplanche, ſ. Spundwände.

Panache iſt ein ſich nach vorn erweiterndes Gewölbe, das auf einem oder zwei eingehenden Winkeln ruhet. Es bildet im erſtern Falle ein ſphäriſches Dreieck, oder im zweiten ein Viereck, wovon eine Fläche die Baſis macht. Dient dieſes Gewölbe blos zu Bedeckung eines kleinen gothiſchen Fenſters, heißt es ein Pandentif.

Panneau, ſ. Patrone.

Paraboliſcher After-Kegel (Paraboloïde) wird von einigen bei den Minentheorien als die Form des von der Pulverladung ausgehobenen Trichters (ſ. dies Wort) angeſehen, während andere dieſe Aushöhlung für einen reinen, abgeſtumpften Kegel halten. Die Formel für den paraboliſchen Kegel iſt, wenn man die Länge der Axe = 2h ſetzt:

$$(O + 4ph + 2ph)\tfrac{1}{6}nh = \left(\frac{n}{2} \cdot 2ph.2h\right) = \tfrac{1}{2}\left(\tfrac{1}{2}ny^2(3).\,2h\right),$$

wo n die Zahl anzeigt, wievielmal der Halbmeſſer im Umfange enthalten iſt, und wo die Ordinaten $y^2(2) = ph$, und $y^2(3) = 2ph$. ſind.

Iſt nun die Höhe $2h = x$ unbekannt, und die kürzeſte Widerſtandslinie = deren Halbmeſſer r; der Parameter der Parabole $p = 4(x - r)$, und daher $\frac{1}{4}p = x - r$: ſo bekommt man für das Quadrat des Halbmeſſers, als irgend einer Ordinate, $r^2 = px$ und daher, den Werth von p geſetzt

$$r^2 = x(4x - 4r) = 4x^2 - 4xr . x^2 - rx;$$

folglich $x = \frac{r}{2} \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}r^2 + \tfrac{1}{4}r^2}) = \frac{r}{2} \pm \tfrac{1}{2}r\sqrt{2} = r\,\frac{(1 \pm \sqrt{2})}{2}$

Dieſer gefundene Werth von x in den Ausdruck der Paraboloide geſetzt, giebt

$$\frac{mr^2}{2}\, r\, \frac{(1+\sqrt{2})}{2} = \frac{mr^3}{4}\,(1+\sqrt{2}).$$

Es iſt aber $2 = \frac{288}{144}$, und der Zähler nur um 1 von dem Quadrat von 17 verſchieden; folglich kann man, ohne merklichen Irrthum $\frac{17}{12} = \sqrt{2}$ ſetzen. Zugleich iſt n als $\frac{22}{7}$ anzunehmen und dadurch der Inhalt des paraboliſchen Afterkegels

$$\frac{22}{7}\,\frac{r^2}{4}\left(1+\frac{17}{12}\right) = \frac{22}{7}\,\frac{r^3}{4}\left(\frac{12+17}{12}\right) = \frac{319}{168}\,r^3.$$

Parados, ſ. Rückenwehre.

Parallelen (parallèles oder places d'armes) heißen die mit dem Umriß des Polygons im Ganzen gleich gehenden Laufgräben, in denen die tägliche Wacht aufgeſtellt wird, um den Ausfällen der Beſatzung Widerſtand zu leiſten. Der Marſchall Vauban hat ſich ihrer zuerſt vor Maſtricht 1673 bedient; denn vor ihm waren die Laufgräben auf jedes angegriffene Bollwerk beſonders geführt, und durch neben und zwiſchen ihnen liegende Redouten gegen die Ausfälle der Belagerten geſchützt. Die drei regelmäßigen Parallelen, womit die Belagerung von Ath 1697 geführt ward, gaben Veranlaſſung zu der allgemeinen Einführung derſelben. Späterhin nahmen ſie auch die Deutſchen und Engelländer an, und gründen ihre Belagerungsarbeiten auf die Unterſtützung, welche ihnen die umfaſſende Fronte der Parallelen gewährt.

Vauban ſetzte die Entfernung der erſten Parallele AB, Fig. 215. von der Feſtung auf 300 Toiſen oder 800 Schritt, wo man noch völlig gegen das kleine Gewehr und gegen das Kartetſchenfeuer der Feſtung ziemlich ſicher iſt. Allein, man wird gewöhnlich bei Eröffnung der Laufgräben (w. n. i.) irgend einen Terraingegenſtand finden, unter deſſen Begünſtigung man die erſte Parallele bis auf 600 Schritt und ſelbſt 450 von der Feſtung legen kann, ohne deshalb größeren Verluſt zu erleiden. Le Febvre ſetzt allgemein die Entfernung der erſten Parallele von dem Glaçis auf 200 Toiſen oder 500 Schritt; und man wird nur ſelten genöthigt ſeyn, weiter mit derſelben zurückzugehen.

Wenn der eigentliche Angriffspunkt der Feſtung (w. n. i.) durch das vorläufige Rekognosziren beſtimmt worden,

auch die Verlängerung der Capitalen (ſ. dies Wort) geſchehen iſt, wird die erſte Parallele nebſt den Communicationen auf die ſchon oben (Artik. Anlegen und Eröffnung der Laufgräben) beſchriebene Weiſe eröffnet, und an dem darauf folgenden Tage durch die dazu beſtimmten Arbeiter auf ihre gehörige Breite gebracht und mit Auftritten verſehen.

Die Maaße der Parallelen ſind: 7 bis 9 Fuß Breite auf dem Boden und 15 bis 17 Fuß oben, bei 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fuß Tiefe. Die Bruſtwehr iſt $4\frac{1}{2}$ Fuß hoch, mit einem Auftritte von $1\frac{1}{2}$ Fuß Höhe und eben ſoviel Breite, um ohne Mühe aus dem Graben über die Bruſtwehr hinausſteigen und dem ausfallenden Feinde entgegen gehen zu können, Fig. 222. Tab. XI. Jeder Auftritt wird durch zwei Faſchinen gegen das Abtreten des Erdbodens geſichert. Auf der Rückſeite wird die Parallele entweder ſehr ſchräge abgeſtochen, oder ebenfalls mit 2 Auftritten verſehen, damit man ungehindert hinaus und herein kommen kann. Bei einer ſehr ſchwachen Beſatzung bedarf es jedoch dieſer Weitläuftigkeiten nicht; es iſt hinreichend: blos den Graben mit einem Auftritt zu verſehen, damit die Tranſcheewacht heraus auf die Erdoberfläche treten kann, um über die Bruſtwehr hinweg zu feuern.

Kann man die erſte Parallele AB, Fig. 215. Tab. XVII. mit ihren beiden Flügeln an irgend ein beſetztes Gebäude, Vorwerk, an einen Fluß, Teich u. dergl. lehnen: wird es dadurch dem Feinde unmöglich, ſie bei einem Ausfalle zu umgehen. Findet ſich aber keines der erwähnten Terrainhinderniſſe, muß man auf dem Flügel nothwendig eine ſtarke, verpalliſadirte Redoute E auf 200 Mann und 4 Kanonen anlegen, welche der Tranſcheewacht zum Stützpunkte dient. Gegen eine nur ſchwach beſetzte Feſtung iſt es jedoch bisweilen hinreichend, die Enden der Parallele AB blos rückwärts zu biegen.

Zu gleicher Zeit, und ebenfalls in der erſten Nacht, werden auch die Communicationsgräben xx rückwärts nach dem Depot und Artilleriepark gezogen, um ohne Gefahr hin und her gehen zu können. Hat man nun die erſte Parallele näher als 800 Schritt von der Feſtung eröffnet: iſt es wegen der Senkſchüſſe nothwendig: die Communicationsgräben 5 bis 6 Fuß tief zu machen, weil außerdem die darin hin und her gehenden durch die aus der Feſtung im Bogen geſchoſſenen Kartetſchen zu ſehr leiden würden.

Am folgenden Tage werden in der Parallele die Punkte bemerkt: wo ſich die verlängerten Façen der Werke ſchneiden, um dadurch die Lage der Rikoſchetbatterien zu beſtimmen. Vauban legt zwar die letztern erſt in der zweiten Parallele, weil er nur ſchwache Ladungen zu dem Rikoſchetſchuß anwenden will; allein Le Febvre giebt ihnen in jedem Falle ihre

Stelle in der erſten Parallele 1, 2, 3, 4, 5, 6. Ja, er ſagt ſogar: man ſolle noch vor Eröffnung der Laufgräben eine Batterie von 20 bis 30 Kanonen errichten, um durch ein heftiges Feuer derſelben jene Operationen zu erleichtern und zu unterſtützen. Da nun bei voller Ladung der Rikoſchetſchuß des Zwölfpfünders noch auf 1200 Schritt anwendbar iſt, ſo folgt: daß man ſich dieſer Hülfsbatterie allezeit mit Vortheil bedienen kann, ſobald die Ortslage nur irgend die Hand dazu bietet. Mit den Mörſern muß man jedoch immer auf 600 Schritt heran gehen, wenn man anders ſeinen Angriff nicht blos gegen die Wohnungen der Bürger richten will. Nur auf dieſe Weite kann man eine entſcheidende Wirkung durch eine große Anzahl treffender Bomben erwarten.

Vauban und mehrere andere wollen die Rikoſchetbatterien niemals in die Parallele verſenken, ſondern immer 40 bis 60 Schritt vor dieſelbe auf den Horizont legen, obgleich ſie hier kaum in 2 Tagen zu beendigen, den feindlichen Ausfällen mehr ausgeſetzt ſind, und bei ihrer Erbauung gewöhnlich mehr Leute koſten. Die Einwürfe gegen die in der Parallele liegenden Batterien: 1) daß ſie allezeit verſenkt werden müſſen, und 2) daß ſie den Bewegungen und Arbeiten hinderlich ſind, finden nicht ſtatt. Denn es iſt bei einer Rikoſchetbatterie durchaus gleichgültig: ob ſie auf, oder unter dem Horizonte liegt; ſelbſt eine Demontirbatterie wird gegen einen nicht übermäßig hohen Wall genau dieſelbe Wirkung leiſten, ſie mag nun um 3 Fuß höher oder tiefer liegen. Auch iſt das Hinderniß, welches für die Arbeiten in den Parallelen entſtehen ſoll, blos eingebildet, da die Batterien ja nicht unmittelbar bei den Capitalen liegen, auf denen die Gemeinſchaftsgraben vorlaufen. Da, wo die verſenkten Batterien wirklich die Arbeit beſchwerlich machen: auf der Contreſcarpe, läßt ſich ihnen unter keiner Bedingung eine andere Stelle anweiſen. Es iſt daher auch hier die Lage in der Parallele, wie Le Febvre und Bousmard verlangen, jeder andern vorzuziehen, wird auch in der gegenwärtigen Zeit deshalb faſt nur allein gewählt. Die Batterien werden übrigens blos von der Artillerie gebauet; der Ingenieur hat Nichts damit zu thun, als nachher eine Communication hinter der Batterie herum zu führen; wir können daher in Hinſicht dieſes Gegenſtandes füglich auf das Allgem. Wörterb. der Artill. verweiſen.

Sobald die Rikoſchetbatterien das Feuer der Feſtung ein wenig gedämpft haben, welches gewöhnlich am dritten oder vierten Tage nach Eröffnung der Laufgräben ſchon geſchieht, wird die zweite Parallele 200 bis 300 Schritt von den vorſpringenden Winkeln des bedeckten Weges eingeſchnitten, MN Fig. 215. Dies geſchieht entweder, wie vorher, an einer Faſchinen-Trace, oder beſſer — wenn das Flintenfeuer aus der Feſtung

heftig ſeyn ſollte — vermittelſt der flüchtigen Sappe (w. n. i.). Nachdem die Ingenieure, welche die Arbeiten führen, vorher die Linie MwwN mit einer ſchwachen Schnur abgeſteckt haben, ſo daß ſie nur dem Gange dieſer Schnur folgen dürfen, um die gehörige Richtung der Parallele zu bekommen. An der Seite des führenden Ingenieurs befindet ſich ein Peloton Freiwilliger, und auf der Rückſeite der Parallele marſchiren vier Abtheilungen Grenadiere, jede von 2 Offizieren, 3 Unteroffizieren und 60 Mann, um den Arbeitern zur Bedeckung zu dienen, und einen etwanigen Ausfall der Beſatzung zurückzuweiſen. Hat man es mit einer ſtarken und unternehmenden Beſatzung zu thun, iſt es nothwendig: auf die Flanken der Parallele ein paar Bataillone mit einigen Kanonen zu ſtellen, um rechts und links den Raum vor der Arbeit zu beſtreichen. Man räth zwar gewöhnlich: Kavallerie hinter beſondere Schulterwehren auf den Flanken der erſten Parallele aufzuſtellen; allein dieſe wird in der finſtern Nacht wohl nur von geringem Nutzen ſeyn. Von den, die ganze Fronte MN mit Kartetſchen beſtreichenden Kanonen läßt ſich eine weit beſſere Wirkung erwarten.

Um die Arbeit zu erleichtern, ſchlägt Le Febvre vor: die zweite Parallele nicht mit der erſten gleichlaufend zu legen, ſondern der letztern etwas mehr Krümmung gegen die Feſtung zu geben, und ſo die zweite zu beiden Seiten an ſie anſtoßen zu laſſen, O und P, Fig. 215. In dieſer Abſicht werden die Arbeiter, jeder mit einem Schanzkorbe, einer Erdhaue und einer Schaufel verſehen, in zwei Abtheilungen nach den erwähnten beiden Punkten O und P der erſten Parallele geführt, wo die Ausgänge in die Bruſtwehr ſchon gemacht ſind, ſo daß die Ingenieure, welche die Arbeiten führen, dieſe von beiden Seiten nach der Mitte anlegen. Damit ſie dabei die wahre Richtung nicht verfehlen, iſt vorher in der Abenddämmerung nach der Richtung OP eine Schnur gezogen worden; oder es werden in den Punkten O und q, und P und p Stangen mit brennender Lunte aufgeſteckt, um den Ingenieuren ihre Wege dadurch untrüglich zu bezeichnen. Dieſes Mittel hat jedoch den Nachtheil: daß es in einem ſehr ungleichen oder durchſchnittenen Terrain nicht unbedingt anwendbar iſt; und dann, daß es die Aufmerkſamkeit der Belagerten erregt und vielleicht den Arbeitern ein heftiges Feuer zuzieht.

Dieſe Art der zweiten Parallele gewährt den Vortheil einer vollkommenen Flankenbedeckung durch die erſte Parallele; ſie iſt daher zweitens der Enfilade und den Contreapproſchen nicht ſo ausgeſetzt; ſie bedarf drittens keiner beſondern Communication, wie die Vaubanſche, obgleich ſie kürzer iſt, als dieſe, und daher viertens weniger Arbeit und Gefahr verurſacht; endlich bleiben alle, nach den Flügeln der erſten Pa-

rallele hin liegenden Rikoſchetbatterien ungehindert thätig, und können während der Arbeit ihr Feuer fortſetzen.

Gleich der erſten wird auch die zweite Parallele mit Stufen verſehen, damit die Tranſcheewacht bequem hinaufſteigen kann, Fig. 224. Tab. XI.; auch läßt man gleich bei ihrer Anlegung die Ausgänge für die nach der dritten Parallele führenden Laufgräben offen.

Am folgenden Morgen werden von dem Befehlshaber der Artillerie und dem Ober-Ingenieur gemeinſchaftlich die Punkte für die Demontirbatterien beſtimmt: nämlich vier in der Mitte, 11 und 12, jede zu 6 Kanonen, um die Bruſtwehren der Bollwerksfaçen und der Seitenflanken abzukämmen. Vier andere, zu beiden Seiten 8 und 9. Tab. XVII. ſind gegen die Façen der Bollwerke und des Ravelins beſtimmt.

Während an dieſen Batterien gearbeitet wird, werden in der erſten und zweiten Parallele die Ausgänge G, F, K, L eröffnet, um zugleich die Verbindungsgräben FI und GH mit der halben Sappe verbinden zu können, welche hier als dritte Parallele dienen und woſelbſt die beiden Batterien 7 und 10, parallel den Ravelinsfacen, angelegt werden. Da man nur noch 250 Schritt von dem bedeckten Wege, und kaum noch 150 Schritt von der Spitze deſſelben entfernt iſt: muß die Parallele mit Auftritten verſehen und auf ihrer Bruſtwehr mit Sandſäcken belegt werden, um hier durchfeuern zu können. Aus dieſer dritten Parallele werden nachher die Sickſacks auf den drei Capitalen der angegriffenen Fronte Iz, Rz und Hz vorgetrieben, um die Laufgrabenkatzen (ſ. dies Wort) anlegen und ſich des bedeckten Weges bemeiſtern zu können. (S. Sappen.)

Nach Vaubans Grundſätzen, denen auch Bousmard und überhaupt die Franzoſen folgen, werden 50 bis 60 Schritt vor der zweiten Parallele, halbe Parallelen angelegt, um die Spitzen der Sappen zu unterſtützen. Die dritte Parallele ZZZ, Fig. 215. liegt hier am Fuß des Glaçis, das ſie umfaßt. Sie enthält die enfilirenden Batterien B. Fig. 34. Tab. IV., die Wallgänge der angegriffenen Fronte, die vereint mit den Keſſeln C die Ausbeſſerung der Feſtungswälle hindern und ihre Zerſtörung vollenden. Durch die von Le Febvre angegebene Form der Laufgräben aber werden dieſe halben Parallelen ganz entbehrlich, und überhaupt die Belagerungsarbeiten ſehr abgekürzt.

Um die zu Eröffnung der Parallelen erforderlichen Arbeiter zu beſtimmen, werden jedem 4 Fuß zugetheilt, und aus der Länge des auszuhebenden Grabens dadurch die Arbeiter gefunden. Es muß die Länge der Traçin-Faſchine hierzu ebenfalls 4 Fuß ſeyn, damit jeder Arbeiter ſogleich durch die vor

ihm liegende Faſchine das ihm zukommende Stück Arbeit beſtimmt hat. Bei einigermaaßen hartem Boden, wo man die Hacke mehr als die Schaufel gebrauchen muß, iſt es jedoch vortheilhafter: jedem Arbeiter nur 3 Fuß Länge zuzutheilen, und daher 9 Fuß lange Faſchinen anzuwenden. Alsdann gehören zu jeder Faſchine 2 Mann, deren einer die letztere, der andere aber 2 Erdhauen und 2 Schaufeln trägt. Für die zweite und dritte Parallele, die mit Schanzkörben tracirt werden, muß man auf jeden Korb einen Arbeiter rechnen, d. i. auf 2 Fuß der auszugrabenden Linie. Sie ihr Gewehr mitnehmen zu laſſen, um bei einem Ausfall der Beſatzung mit zur Vertheidigung gegen denſelben zu wirken, dürfte deshalb nicht rathſam ſeyn, weil die Trägen und Unluſtigen — die man immer als die Mehrzahl annehmen darf — dadurch Gelegenheit bekommen, ſich beiden, dem Gefecht und der Arbeit, zu entziehen.

Wenn ein ſteinigter Boden oder eine ſumpfige Gegend (ſ. dieſe Worte) die Führung der Parallelen und Verbindungsgräben erſchwert, muß man im erſtern Falle durch herbeigebrachte Materialien (am beſten durch Sandſäcke, w. n. i.) den Mangel der Erde zur Bruſtwehr erſetzen; im andern Falle aber ſich auf Maurerböcken, Knüppeldämmen und Hurthen einen feſten Boden bilden, auf dem man die Bruſtwehr gründet, und auf dem die Truppen ſtehen können.

Bei ſolchen Feſtungen, die gute Minenvertheidigung haben, darf man mit den Parallelen nicht ſo nahe heran gehen, bevor man nicht Herr der unter dem Glacis liegenden Gegenminen iſt. Laufen die Horchgänge der letztern 234 Fuß vor den ausſpringenden Winkeln in das Feld, muß man die dritte Parallele 180 Schritt von dieſen vorſpringenden Winkeln legen, damit ſie noch 144 Fuß, oder etwa 60 Schritt von den Spitzen der Horchgänge entfernt bleibt.

Dieſer Abſtand der dritten Parallele von dem Kamme des Glacis auf den vorſpringenden Winkeln beſtimmt die Weite der erſten und zweiten Parallele, damit die auf den verlängerten Linien der Werke angelegten Batterien zu gleicher Zeit feuern können. Die zweite Parallele würde demnach 380 Schritt und die erſte etwa 1000 bis 1200 Schritt von den vorſpringenden Winkeln des bedeckten Weges zu legen ſeyn. Aus der Entfernung der dritten Parallele von den Palliſaden geht aber auch hervor: daß eine vierte Parallele nöthig wird, ehe man in den bedeckten Weg ſelbſt eindringen kann. Nachdem in dieſer Abſicht in der dritten die Demontirbatterien B B Fig. 70. Tab. VI. angelegt worden ſind, machen dieſe gemeinſchaftlich mit allem hier ſtehenden Geſchütz ein lebhaftes, und möglichſt gut gerichtetes Feuer, das in dieſer Nähe nicht anders, als ſehr wirkſam ſeyn kann.

In der Nacht ſenken die Minirer auf den beiden Punkten a, a 15 Fuß tiefe Schächte ab, um aus denſelben einen Gang von 30 bis 36 Fuß Länge gegen die Horchgänge zu treiben, und den feindlichen Minirer beobachten zu können. Zugleich wird mit der ganzen Sappe ein Schlag C angefangen, um die Aufmerkſamkeit des Feindes zu beſchäftigen und ihm die wahre Abſicht: den gewaltſamen Angriff auf das Minengewebe, zu verbergen.

Da die Horchgänge gewöhnlich unter oder zu beiden Seiten der Capitale, etwa 60 Fuß von derſelben, vorlaufen: müſſen die Ingenieure ſorgfältig die Richtung und Länge der Linie b e, bis zu dieſen Horchgängen, beſtimmen, und in der Verlängerung der letztern ſowohl in der dritten Parallele bei g, g, als hinter ihr Pfähle einſchlagen laſſen, um vermittelſt Stangen, an welche geſchwefelte Lunte, oder ein Zündlicht gebunden iſt, dieſe Richtung bezeichnen zu können. Das fernere Verfahren, um die vierte Parallele zu vollenden, iſt ſchon oben (Artik. Couronnement, S. 230. 1. Thl.) völlig auseinandergeſetzt worden, daß hier nichts weiter hinzugefügt werden darf. Die Maaße der vierten Parallele ſind dem der dritten gleich; es iſt jedoch vortheilhaft: jene um 2 bis 3 Fuß breiter zu machen.

Park, ſ. Artilleriepark.

Patrouillen müſſen unaufhörlich aus einer in Belagerungsſtand geſetzten Feſtung geſchickt werden, ſobald der Feind nicht über 8 Meilen mehr entfernt iſt. Dieſe Patrouillen gehen ſowohl am Tage als des Nachts bis auf eine Entfernung von 2 bis 3 Meilen, den Feind zu beobachten und bei den Einwohnern der umliegenden Gegend Nachrichten einzuziehen.

Außer dieſen Patrouillen, oder vielmehr kleinen Partheien von 15 bis 20 Pferden, werden rings um die Feſtung andere Patrouillen blos von einigen Mann, ſowohl Kavallerie als Infanterie geſchickt, die alles genau durchſuchen; denn nur dadurch kann jeder Ueberfall der Feſtung unmöglich gemacht werden. Kehren die Patrouillen in der Nacht zurück, müſſen ſie bis zu Anbruch des Tages im bedeckten Wege bleiben, wo man zu dem Ende in der harten Jahreszeit einen Schauer bereit halten muß, um die Pferde der patrouillirenden Reuter unter zu bringen.

Das Patrouilliren wird auch nach wirklicher Einſchließung der Feſtung fortgeſetzt, jedoch mit großer Vorſicht: damit dieſe einzelnen Schleichpatrouillen vom Feinde nicht aufgehoben werden. Ihre Beſtimmung iſt jetzt: den Moment ſowohl, als den eigentlichen Punkt der Eröffnung der Laufgräben auszuſpüren,

um dem Feinde dabei alle nur mögliche Hinderniſſe in den Weg zu legen. Man wendet am beſten Jäger oder überhaupt gut abgerichtete leichte Infanterie dazu an, und dieſe Patrouillen ſind ungleich vortheilhafter und ermüden die Beſatzung weniger, als alle ausgeſetzte Vorpoſten, die bei der Berennung (w. n. i.) ohnehin vom Feinde vertrieben werden.

Auch in der Feſtung ſelbſt gehen beſtändig Patrouillen auf den Straßen; theils um alle verdächtige Perſonen zu arretiren, theils auch um das Zuſammenlaufen der Bürger zu verhindern. Die im bedeckten Wege herum gehenden Patrouillen halten ſich dabei möglichſt verdeckt, um vielleicht einen rekognoszirenden feindlichen Ingenieur aufzufangen. Nach Cormontaigue's Rath aber Kunſtfeuer in die Sappen zu werfen, um des Nachts den Feſtungsbatterien die Richtung vorzuzeichnen, wird wohl niemals ausführbar ſeyn.

Pechfaſchinen (fascines goudronnées) ſind 2 Fuß lange Bündel ſchwacher Reiſer von Kienenholz, die in heißes Pech getaucht und wieder getrocknet werden. Man bedient ſich ihrer zu dem Anzünden der Faſchinenbekleidung feindlicher Verſchanzungen, und zu Vertheidigung der Breſche, um im Augenblicke des Sturmes ein großes und lebhaftes Feuer auf derſelben anzuzünden. Da jedoch ein ſolches Feuer nur von ſehr kurzer Dauer iſt, oder, wenn es lange brennen ſoll, eine ungeheure Menge Materialien erfordert, ſo kann es nur bedingungsweiſe und unter großen Einſchränkungen angewendet werden.

Pechkränze (tourteaux goudronnés) ſind ähnliche, aus trocknem Reisholz geflochtene, mit Pech überzogene und mit Mehlpulver beſtreute Kränze, die zu dem Anzünden, und in der Nacht zur Erleuchtung gebraucht werden.

Pegel, oder Peil iſt ein in das Waſſer geſchlagener Pfahl, der in Fuße und Zolle getheilt iſt, und die jedesmalige Höhe des Waſſerſtandes anzeigt. Ein ſolches Waſſermaaß iſt eben ſo in den naſſen Gräben der Feſtungen, wit bei künſtlichen Ueberſchwemmungen, in Flüſſen, Kanälen und Schleuſen unentbehrlich, um ſogleich die Waſſerhöhe beurtheilen zu können, ob ſie dem vorgeſetzten Zweck: Schiffbarkeit des Waſſers, oder Hinderniß der feindlichen Annäherung, entſprechen?

Wenn fließendes Gewäſſer bei ſeinem Fortſtrömen durch eine Brücke, durch einen engen Schleuſenkanal, oder auch durch eine darinnen liegende Schiffmühle, aufgehalten wird: entſteht eine Aufſtauung, die bei der Beurtheilung des Waſſerſtandes berückſichtiget werden muß, weil dieſer nun um mehrere Zolle ober- und unterhalb des, den Strom einengenden Hinderniſſes verſchieden iſt.

Da es nun aber bei dem Baue feſter Brücken nothwendig iſt, die durch die Pfeiler entſtehende Aufſtauung zu wiſſen, um bei den höchſten Fluthen die nöthigen Vorkehrungen gegen etwanige Ueberſchwemmungen zu machen, kann man dazu der von Langsdorff (Lehrbuch der Hydraulik) gegebenen Formel bedienen

$$h = \sqrt[3]{\left(\frac{\frac{1}{n} M - \frac{b^I}{\lambda} . \gamma . M \left[1 + \frac{\sqrt{724 . h}}{c}\right]}{(\frac{4}{3} - 0{,}344 (1 - \text{Sin} \mu . \text{Cos} . \mu)) b^I \sqrt{g}}\right)^2}$$

Hier drückt h die Höhe der Stauung, n die Anzahl der Brükkenbögen, M die in einer Sekunde abfließende Waſſermenge, λ die Breite des Stromes, g die Beſchleunigung der Schwere $= 181$ Pariſer Zoll, oder 15,09 Fuß, b die vordere Weite der Brückenpfeiler von einander, b^I die innere Weite der Brückenbögen, μ den Winkel, welchen die abgeſtumpften Ecken der Pfeiler mit dem Queerſchnitt des Stromes machen, und c die eigentliche Geſchwindigkeit des Waſſers in dem urſprünglichen Zuſtande des Fluſſes, aus, und $4g$ iſt $= 724$.

Da in dieſer Formel der Zähler nicht verneint ſeyn darf, muß $\frac{1}{n} M > \frac{b^I}{\lambda} \gamma M. \left[1 + \frac{\sqrt{724 . h}}{c}\right]$ ſeyn; demnach

$$h < \frac{\left[\frac{\lambda}{n b^I g} - 1\right]^2 c^2}{724}$$

Man muß nun verſchiedene Werthe von h in obiger Formel ſetzen, und zuſehen: welche Vorausſetzungen alsdann mit dem Werthe des ganzen Ausdrucks am beſten übereinſtimmt.

Setzt man $M = 5077$ Würfelzoll, $\lambda = 88{,}5$ Zoll, $n = 13$, $b = 1{,}7$ Zoll, $\mu = 56°$, daher $\gamma = 0{,}88$, $H = 6$ Zoll, daher $Z \frac{581}{13} = 40{,}84$ Quadr. Zoll, $c = 9{,}56$ Zoll: ſo iſt

$$h \angle \frac{\left[\frac{88{,}5}{13 . 1{,}7 . 0{,}88} - 1\right]^2 (9{,}56)^2}{724}$$

weniger als 1,6.

Wäre nun $h = 0{,}6$: ſo iſt

$$\frac{\sqrt{724 . h}}{c} = 2{,}18;$$

$$\frac{b^I}{\lambda} \gamma M = 86$$

$$\frac{b^I}{\lambda} \gamma M. \left[1 + \frac{\sqrt{724 . h}}{c}\right] = 86 . 3{,}18 = 271.$$

$$\frac{1}{n} M = \frac{5077}{13} = 390.$$

Hieraus wird die Hauptgleichung

$$h = \sqrt[3]{\left[\frac{119.00}{26,25}\right]^2};\ \text{oder}\ h = 2,7\ \text{Zoll; folglich}$$

iſt h = 0,6 zu klein.

Setzt man h = 1, ſo iſt $\frac{\sqrt{724 . h}}{c} = 2,82$;

daher wird $h = \sqrt[3]{\left[\frac{62}{26,25}\right]^2} = 1,77$;

Iſt endlich h = 1,2;

bekommt man $h = \sqrt[3]{\left[\frac{390 - 352}{26,25}\right]^2} = 1,28$.

Es würde daher allgemein h = 1,24 zu ſetzen ſeyn.

Perpendikul, ſ. Bollwerk.

Perſiſche Laſtträger ſind ſtützende Säulen, welche als männliche Bildſäulen geſtaltet ſind, und aus dem Kriege der Perſer und Griechen herrühren. Gegenwärtig bedient man ſich ihrer noch bisweilen in Zeughäuſern und an Stadtthoren, um ein hervorſpringendes Gebälke zu tragen. Sie ſind in dieſem Falle gewöhnlich als Herkules, Atlas oder Centauren, oder auch wohl als Kriegsleute mit Pickelhauben geſtaltet.

Petarde ward in der zweiten Hälfte des ſechzehnten Jahrhunderts erfunden, und anfangs häufig zu dem Aufſprengen der Thore angewendet, ſo lange dies nicht durch die Außenwerke und den bedeckten Weg verhindert ward. Gegenwärtig iſt die Petarde nur noch bei Ueberfällen auf eine mit bloßen Mauern umſchloſſene Stadt anwendbar, wie z. B. Trarbach, das 1734 auf dieſe Weiſe erobert ward.

Die Petarde iſt gewöhnlich von Eiſen oder Metall, $9\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und $8\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten weit; ſie wird gewöhnlich aus dem Artilleriepark geliefert, und auch daſelbſt geladen, ſo daß den Pionnieren nur allein das Anhenken der Petarde überlaſſen bleibt. Dieſes geſchieht vermittelſt eines großen Hakens, den man in das Thor ſchraubt, nachdem man mit einem ſtählernen Bohrer durch den Beſchlag von Eiſenblech gebohrt hat.

Iſt die Petarde noch nicht geladen, ſo wird feines Jagdpulver dazu genommen, das man in 2 Zoll ſtarken Lagen eindrückt, und auf jede ſolche Lage ein wenig Queckſilber ausbreitet, weil dieſes die Wirkung des Pulvers außerordentlich verſtärket.

Man kann ſich anſtatt der Petarde auch wohl einer geladenen Bombe oder Granate bedienen; nur muß alsdann der Sol-

dat, welcher ſie angehenkt hat, ſich weiter auf die Seite begeben, um nicht von den herumfliegenden Stücken getroffen zu werden. (Man ſehe auch Wörterb. d. Artillerie, Artikel Petarde.)

Pfaffenmütze (bonnêt à prêtre) iſt ein vorliegendes Werk in Form einer doppelten Scheere (w. u. i.), deſſen beide lange Schenkel hinterwärts zuſammengezogen ſind. Seine Einrichtung wird weiter unten, a. a. O. gezeigt werden; es hat die Beſtimmung und die Nachtheile der Horn- und Kronwerke: daß ihre Vertheidigungsfähigkeit mit ihren Baukoſten durchaus in keinem Verhältniß ſteht.

Pfahl (pilotis oder piquet) iſt in der Kriegsbaukunſt von ſehr mannichfacher Anwendung. Große Pfähle dienen zu Waſſerbauen, Spundwänden, Pfahlröſten u. dgl. Kleine werden hauptſächlich zu dem Faſchinenwerk, den Schanzkörben ꝛc. gebraucht. Die Längen und Stärken der Pfähle hängen von ihrer individuellen Beſtimmung ab, und ſind daher nicht allgemein zu beſtimmen.

Die Grundpfähle werden 6 bis 8 Zoll ſtark, und ſo lang gemacht: daß ſie durch den lockern Boden bis auf $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den feſten Grund eindringen.

Die Faſchinenpfähle ſind 3 bis 5 Fuß lang, und $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll ſtark.

Zu den Schanzkörben ſind die Pfähle 3 bis 8 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll ſtark, je nachdem die Körbe groß oder klein werden ſollen.

Die Holzart, welche man zu den Pfählen anwendet, iſt völlig gleichgültig. Man ſpaltet ſie am beſten aus Kloben- oder Scheitholz, das von der gehörigen Länge geſägt worden iſt. Die immergrünen oder weichen Nadelhölzer geben immer eine ſchnellere Arbeit, als die härteren Laubhölzer.

Pfahlröſte, ſ. Roſtwerke.

Pfahlwerke (pilotage) dienen öfterer zu Verſchließung der Häfen, der Flüſſe ꝛc. Zu dem Ende werden 8 Zoll ſtarke Pfähle in das Waſſer gerammt, ſo daß ſie noch 3 Fuß über daſſelbe empor ſtehen, und den ankommenden Schiffen das Durchfahren verbieten. Ihre Entfernung iſt ihrer Stärke gleich, oder auch wohl das Doppelte derſelben. Bei einem gleichförmigen Waſſerſtande ſind ſie ein ſchwer aus dem Wege zu räumendes Hinderniß, weil es nichts nützt, ſie abzuſägen, und der Weg dadurch immer noch nicht frei wird. Was bei dem Einrammen

dieſer Pfähle zu beobachten iſt, wird weiter unten (Artik. Roſtwerke) vorkommen.

Pfannbalken, ſ. Schleuſen.

Pfeiler der Brücken haben außer dem Druck des Gewölbes und der darüber gehenden Laſten, bei ſtrömenden Gewäſſern auch noch den Stoß derſelben und der von ihnen im Frühjahr herbei geführten Eismaſſen auszuhalten.

Die Stärke der Widerlagen und die Dicke der Gewölbſteine zu berechnen, iſt ſchon oben (Artik. Kaſematten) gezeigt, auch bis auf 36 Fuß Weite der Bögen eine von Müller berechnete Tafel gegeben worden. Es würde daher unnütz ſeyn, über dieſen, nicht unmittelbar in die Kriegsbaukunſt gehörenden Gegenſtand noch etwas hinzuzufügen; wohl aber wird eine Bemerkung über die große Kraft des Eisſtoßes nicht ganz überflüſſig ſeyn.

Bekanntlich iſt das Aufgehen des Froſtes allezeit mit ſtarken Waſſerfluthen verbunden, die nothwendig dem Strome eine weit größere Geſchwindigkeit mittheilen, als er bei dem gewöhnlichen niedern Stande hat. Nach Hrn. Wiebekings Ausmeſſungen und Berechnungen führt der Rhein — als ſein Waſſerſpiegel 2 Fuß über den niedrigſten Stand erhaben war — bei einem Queerſchnitt von 12540 Quadratfuß und 3′ 3″ Geſchwindigkeit in 1 Sekunde, in dieſem Zeitmaaße 40755 Würfelfuß Waſſer ab; bei einem Anſchwellen von 4 Fuß aber ſtieg die in einer Sekunde abgeführte Waſſermenge bis auf 59663 Würfelf., und bei der großen Waſſerfluth von 1784 betrug die in 1 Sekunde abgeführte Waſſermenge nach Wiebekings Berechnung über 240,000 Würfelfuß. Dieſe vergrößerte Geſchwindigkeit aber iſt nun bei Berechnung des Eisſtoßes mit in Anſchlag zu bringen. Beträgt ſie 6 Fuß in 1 Sekunde, ſo iſt die ihr zugehörende Fallhöhe $= \frac{36}{60{,}36} = 0{,}6$ Fuß mehr. Wäre nun die anſchwimmende Eismaſſe einer 1000 Würfelf. großen Waſſerſäule gleich, welches man füglich annehmen kann: ſo iſt ihr Stoß dem einer Waſſerſäule von 0,6 Fuß Höhe und 1000 Würfelfuß Inhalt gleich, deren Grundfläche folglich = 1666,6 Quadratfuß iſt. Oder dem Stoße einer Waſſerſäule von 1 Quadratf. Grundfläche und 1000 Fuß Höhe, der bei der gewöhnlich zugeſpitzten Form der Eisfelder ſeine Kraft faſt immer nur gegen eine ſehr kleine Fläche, öfters gegen einen einzelnen Stein des Pfeilers ausübt. Hieraus geht die Nothwendigkeit deutlich hervor: den Brückenpfeilern, den ſteinernen ſowohl als den hölzernen, gegen einen ſo heftigen Stoß eine hinreichende Feſtigkeit zu geben, und ſie

auch durch Eisbrecher zu ſchützen, um mit der Verkleinerung der Eismaſſen die Kraft ihres Stoßes zu ſchwächen.

Pflaſter (pavé) dient in den Straßen der Feſtungen zur Bequemlichkeit der Einwohner, im trocknen Graben und auf dem Glaçis aber: die feindlichen Sappenarbeiten zu erſchweren. (S. Glaçis und Graben.)

Das Straßenpflaſter beſteht entweder aus großen Kieſeln, oder aus gebrochenen viereckigen Feldſteinen, wie in allen Städten Frankreichs und auf den Chauſſeen dieſes Landes. Kann man nicht in der Mitte der Straßen einen gewölbten, oder oben bedeckten Abzuggraben anlegen, welches beides der Reinlichkeit und der Geſundheit vortheilhaft iſt: muß man wenigſtens die Straßen in der Mitte etwas erhöhet pflaſtern, ſo daß die Abdachung auf jeden Fuß der Straßenbreite $\frac{1}{2}$ Fuß beträgt, und das Regenwaſſer ſowohl als die Unreinigkeiten in die zu beiden Seiten befindlichen Abzugrinnen abfließen können.

Bei einer bevorſtehenden Belagerung wird in einer Feſtung das Straßenpflaſter aufgebrochen, um die Wirkung der Bomben zu ſchwächen. Die kleineren, nicht über 3 Pfund ſchweren Kieſel können alsdann für die Steinmörſer beſtimmt werden. Man ſollte deshalb in Feſtungen immer nur kleine Kieſel zu dem Straßenpflaſter anwenden, weil große Feldſteine zu dem bemerkten Zweck nicht brauchbar ſind.

Pforte, ſ. Einlaßpforte.

Pfoſten (madrier) heißen alle mehr breite als dicke Holzſtücke, wenn ihre Stärke über $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll beträgt. Sie werden überall da angewendet, wo die gewöhnlichen Breter nicht genug Widerſtand und Dauer gewähren.

Pfropfen nennen die Zimmerleute das Aufſetzen eines neuen Holzſtückes auf eine zu kurze Säule, wo beide entweder blos ſchräge abgeſchnitten und aufeinander geplattet, oder aber durch Verzahnung (w. n. i.) ineinander geſchoben und mit durchgehenden Bolzen befeſtiget werden.

Pièces, ſ. Vorwerke.

Pied droit, ſ. Widerlagen.

Pinne, ſ. Schweinsfedern.

Pioche, ſ. Erdhaue.

Places (Plätze), ſ. Feſtungen.

Place d'armes, ſ. Parallelen und Waffenplätze.

Place basse heiſſen die niedrigen Wälle vor den Bollwerksfaçen, die zu Beſtreichung des Ravelingrabens beſtimmt ſind, und hier die Stelle der Fauſſebray vertreten. Kaſematten würden unter allen Umſtänden dieſer Abſicht beſſer entſprechen, und nicht der Unbequemlichkeit ausgeſetzt ſeyn: durch die von dem hohen Walle herab geſchoſſenen Trümmer verſchüttet, und durch die hinein geworfenen Bomben zerſtört zu werden.

Plackwerk (placage) dient bei Erdwällen und an der innern Böſchung des Glacis anſtatt der Raſenverkleidung, und iſt bei ſorgfältiger Bearbeitung wenigſtens eben ſo dauerhaft, als dieſe. Man ſucht eine gute ſchwarze, weder lehmichte, noch ſandige Erde aus, die vor ihrer Anwendung durchgeſiebt wird, damit keine Steine, oder grobe Wurzeln darunter bleiben. Mit dieſer Erde wird nun die Bruſtwehr — oder bei bloßem Erdbau der ganze Wall — 6-9 Fuß breit im Verhältniß der Höhe, bekleidet und feſt zuſammen geſtampft, indem man ſie dabei ein wenig anfeuchtet, um ſie feſter zu machen. Werden nun zugleich friſche Quecken oder Wurzeln von Hundegras eingelegt, die in kurzer Zeit fortwachſen, ſo entſteht eine Bekleidung, die mit der ausgegrabenen Erde ſich zu einem Ganzen verbindet. Beſteht die Erde aus dem Feſtungsgraben aus loſem Sand, wo man befürchten muß, daß ſich das Plackwerk lostrennen werde: iſt es nothwendig, das letztere noch breiter zu machen, damit es mehr Feſtigkeit und Verbindung mit der übrigen Erde bekommt.

Die letztere ſchüttet man, ſo wie ſie aus dem Graben gefördert wird, hinter dem Plackwerk an, und ſtampft ſie ſorgfältig feſt. Nach **Belidors** Vorſchlag, Faſchinen in den Erdwall zu legen, iſt der beſſern Haltbarkeit nachtheilig.

Plan heißt im eigentlichen Sinne der **Grundriß** eines Feſtungswerkes oder Gebäudes; bisweilen werden jedoch ausſchließend die Terrainriſſe mit dieſem Namen belegt.

Plan de comparaison, ſ. **Vergleichungsebene**.

Plan de Défilement, ſ. **Defilement**.

Plan de site, Ebendaſelbſt.

Plate forme heißt zwar eigentlich eine **Stückbettung**, wird aber auch häufig als gleichbedeutend mit **Batterie** gebraucht, um eine Geſchützſtellung auf dem Feſtungswalle anzuzeigen.

Platte, ſ. Säulenglieder.

Plinthe oder **Tafel** heißt das untere viereckige Glied an einem Säulen= oder Bilderſtuhl, in der früheren Epoche der Baukunſt wahrſcheinlich unter die hölzernen Säulen gelegt, um ihr einen gleichen Stand zu verſchaffen, und das Verfaulen des Fußes zu hindern. (S. Säulenglieder.)

Plongée, ſ. Abdachung.

Polygon, ſ. äußeres und inneres Polygon, auch Vieleck.

Polygonwinkel (angle du polygon) entſteht durch das Zuſammenſtoßen der Polygonſeiten, und wird durch Abziehen des Centriwinkels von 180 Graden gefunden. Man hat demnach

Vieleck.	Centriwinkel.	Polygonwinkel.
IV Eck.	90°	90°
V —	72°	108°
VI —	60°	120°
VII —	51° 25 5/7′	128° 34 3/7′
VIII —	45°	135°
IX —	40°	140°
X —	36°	144°
XI —	32° 40′	147° 20′
XII —	30°	150°
XVI —	22° 30′	157° 30′
XX —	18°	162°
XXIV —	15°	165°
XXXII —	11° 15′	168° 45′
XL —	9°	171°
XLII —	8° 34′	171° 26′
XLVIII —	7° 30′	172° 30′

Man ſcheint in der früheren Zeit die Vortheile ſehr offener Polygonwinkel nicht gekannt zu haben, denn ſelbſt **Vauban** hat ſie nicht benutzt, ſelbſt wenn ihm das Terrain Gelegenheit dazu darbot, obgleich er in ſeiner Attaque des places eine Feſtung auf der Seite anzugreifen verbietet, wo mehrere Polygonſeiten in einer Linie liegen. Wirklich nähern ſich die Capitalen der Raveline in eben dem Maaße einander, wie die **Polygonwinkel** größer werden. Die Spitzen der Raveline kommen dadurch weiter in das Feld, und die Spitzen der Bollwerke ziehen ſich mehr zurück; ſie können daher ſchon im **Zehn**= oder **Zwölfeck** nicht mehr, wie bei dem Sechseck, von der dritten

Parallele umfaßt werden, ohne daß dieſe, außer den Façen der Bollwerke, auch noch von den nebenliegenden Ravelinen auf eine Weite von 500 Schritt eingeſehen und der Länge nach beſtrichen wird. Der Belagerer kann daher hier nur langſam und mit bedeutendem Verluſt vorrücken; ſeine Laufgrabenkatzen werden eben ſo ſchnell zerſtört, als erbauet, und er muß den bedeckten Weg nothwendig mit Sturm nehmen, um ſich auf den vorſpringenden Winkeln logiren zu können.

Wenn im Sechs- und Siebeneck ſich die Arbeiter nur auf zwei Seiten decken dürfen, nämlich gegen die Bollwerksfaçe von vorne durch den Rollkorb, und gegen das Ravelin in der Flanke durch die Bruſtwehr der Sappe: müſſen ſie bei ſehr offenen Polygonwinkeln es auf drei Seiten thun, weil ſie auf beiden Flanken von den Nebenravelinen beſchoſſen werden. Sie müſſen daher eine doppelte Bruſtwehr aufführen, welches bei weitem mehr Zeit und Menſchen koſtet. Iſt auch das Logement endlich vollendet, kann es bei 18 Fuß Breite die Breſchbatterieen gegen das Ravelin nicht aufnehmen, wenn man es nicht ſo ſehr vergrößert, daß es nun von den Ravelinen im Rücken beſchoſſen werden kann.

Um dies zu verhindern, muß man Rückenwehren aufführen, und die dazu nöthige Erde aus einem, außerhalb des Logements gezogenen Graben nehmen, welches nicht ohne viel Zeit- und Menſchenverluſt geſchehen kann. Am rathſamſten iſt es noch: die erwähnten Breſchbatterien in den bedeckten Weg ſelbſt zu legen, und die Logementer von den ausſpringenden Winkeln der Raveline durch eine vierte Parallele zuſammen zu hängen, in welcher auch die Haubitz- und Steinmörſer-Batterien zu liegen kommen, um das Feuer der Reduits des bedeckten Weges zu dämpfen, das jetzt die Breſchbatterien beherrſcht und ihnen ſehr beſchwerlich werden kann.

Auch die Breſchbatterien vor dem Bollwerke finden bei dem Zwölfeck nur 130 Fuß auf jeder Seite des vorſpringenden Winkels Raum, und können daher nur 16 Kanonen in allem aufnehmen, gegen die der Belagerte 20 aufſtellen und ihnen dadurch genug zu thun geben kann, um das Breſcheſchießen auf die Façen zu hindern. Denn da die Verlängerung der Courtine hier in das Ravelin fällt, kann der Belagerer ſie nicht bekommen, um Breſchbatterien darauf zu legen. Er muß ſich daher mit den Breſchen begnügen, die durch die Batterien vor der Ravelinsſpitze entſtanden ſind, und die nothwendig ſehr enge ſeyn müſſen.

Schon dieſe Schwierigkeiten ſind im Stande: die Belagerung um 8 bis 10 Tage zu verlängern; ſie vergrößern ſich aber faſt bis ins Unendliche, wenn die Polygonwinkel ſo ſtumpf werden, daß man ſie beinahe für eine gerade Linie annehmen kann.

Nun werden die Capitalen der Bollwerke und der Raveline faſt parallel, und die Spitzen der letztern liegen nicht weiter auseinander, als die Länge der Polygonſeiten beträgt; das heißt: 90 Ruthen. Das zwiſchen jene Capitalen fallende Stück der dritten Parallele iſt daher ebenfalls nicht länger und wird ganz von den darinnen liegenden Keſſeln und Demontirbatterien angefüllt, die hier die Stelle der Rikoſchetbatterien gegen die Bollwerksfaçen vertreten müſſen; denn, da die Verlängerungen der letztern in das Ravelin fallen, laſſen ſich auch für die Anlage der Batterien keine Punkte auf ihnen finden. Die dritte Parallele wird dadurch ungeſchickt, den Ausfällen der Beſatzung Widerſtand zu leiſten.

Die Sappen vor den Ravelinen werden ſehr beſchwerlich zu führen, weil ſie, nächſt den Façen der Bollwerke und der Raveline, nun auch die Courtine und die Flanken der Nebenbollwerke gegen ſich haben, die ihnen wahrſcheinlich großen Abbruch thun, und ihr Fortrücken ſehr erſchweren werden. Iſt aber auch der Belagerer in den Waffenplätzen der vorſpringenden Winkel angekommen, kann er ſich doch nicht rechts und links ausbreiten, weil er von allen Seiten eingeſehen und beſchoſſen wird. Er muß ſich im bedeckten Wege ſelbſt logiren und die beiden Ravelinſpitzen durch eine vierte Parallele verbinden. Ein ſchwieriges und nicht ohne großen Verluſt auszuführendes Unternehmen!

Hat er ſich aber endlich der Raveline und folglich auch der beiden eingehenden Winkel bemeiſtert, erwartet ihn das Härteſte noch vor der Spitze des Bollwerkes, bei Anlegung ſeiner Breſchbatterien. In dieſen können höchſtens 10 Kanonen ſtehen, die von 20 Geſchützen auf den Courtinen und Nebenflanken beſchoſſen werden, gegen die ſie wegen der zu ſchrägen Richtung ſich nicht zu vertheidigen vermögen, die aber ihrerſeits den ganzen Graben beſtreichen und alle Anlagen in demſelben ohne Mühe zerſtören.

Es läßt ſich demnach ein- für allemal der Grundſatz aufſtellen: Je größer die Polygonwinkel ſind, deſto ſtärker wird die Vertheidigung; ſie wächſt zugleich in demſelben Maaße, wie die Spitzen der Raveline weiter vorſpringen. Wollte der Belagerer aber den vorher aufgeführten Nachtheilen vor einer faſt geraden Fronte ausweichen: müßte er ſeinen Werken eine ungeheure Ausdehnung geben, und würde ſich wieder dadurch in weitläuftige Unternehmungen verwickeln, deren Ende kaum abzuſehen wäre.

Portières, ſ. Schußladen.

Portion circulaire. Die halbkreisförmige, den vorſpringenden Winkel des bedeckten Weges umfaſſende Sappe w. n. i.

Poſten ſind Punkte, die man aus irgend einem ſtrategiſchen Grunde feſthalten muß, und wo eine vortheilhafte Terrainbeſchaffenheit Gelegenheit darbietet: daß ſie bei einer nur geringen Nachhülfe der Kunſt von einer kleinen Truppenzahl mit Vordigt werden können. Man findet ſie am häufigſten in Gebirgsgegenden, wo ſie zu Bewahrung der Zugänge dienen; doch bietet auch ein niedriges, flußreiches Land mannichfaltige Gelegenheit zu Sicherſtellung einzelner Punkte dar.

Die Poſten ſind von zweierlei Art: größere, als befeſtigte Städte und verſchanzte Läger (ſ. dieſe Worte), und kleinere, wozu man einzelne Berge, oder mehr oder weniger zugängliche Punkte mit Schanzen und Blockhäuſern verſiehet, oder ſteinerne, bequem liegende Häuſer, Schlöſſer, Meierhöfe, Ritterſitze, Klöſter u. dgl. in Vertheidigungsſtand ſetzt.

Eine unerläßliche Bedingung aller Poſten iſt: daß ſie die Annäherung des Feindes nicht begünſtigen, und — wo möglich — nur auf einer oder zweien Seiten angegriffen werden können. Iſt dieſes nicht zu erreichen: muß man den Poſten durch alle Mittel, welche nur die Kunſt darbietet, verſtärken; man muß in dieſer Hinſicht ſich nie begnügen: Etwas halb zu thun, denn eine ſchlechte Befeſtigung iſt unter allen Umſtänden ſo gut als keine.

Bei einer ſolchen Lage, die nur von vorn einen Angriff geſtattet, auf den Seiten und im Rücken aber ihn unmöglich zu machen ſcheint, pflegt man zwar die letztern großentheils zu vernachläſſigen, jedoch mit Unrecht; denn nur zu oft ward ein Poſten von derjenigen Seite her angegriffen und erobert, wo man ihn für völlig unzugänglich hielt. Die ältere und neuere Kriegsgeſchichte ſtellt häufige Beiſpiele ſolcher Ereigniſſe auf, wo feſte, für unangreifbar gehaltene Poſten mit nur geringer Mühe und Anſtrengung erobert wurden. Ohne Alexanders des Großen zu erwähnen, der den Arimazes auf einem unerſteiglichen Felſen dadurch zur Uebergabe brachte, ward der Felſen Quatre dents, im St. Martinsthale, 1690 durch den bekannten Feuquieres dadurch erobert: daß er auf einem ſchmalen Fußſteige, wo man blos zu Fuß fortkommen konnte, eine kurze vierpfündige Kanone durch Seile und Winden, auf einem mit Faſchinen bedeckten Schlitten vorbrachte, und die Graubündter durch die Schüſſe dieſes Geſchützes in Furcht und Schrecken ſetzte. Auch der durchaus nicht zu umgehende, und von den Franzoſen beſetzte Lucienſteig ward von den Oeſterreichern im Jahr 1800 dennoch umgangen, weil die an dem ſenkrechten Felſen lie=

gende Schneewand ſich auf ihrer Böſchung niedertreten und dadurch ein Fußweg bereiten ließ, auf dem ein Bataillon des Regiments von Stein neben der franzöſiſchen Verſchanzung vorbei ging, und nun auf einmal über den Köpfen der Franzoſen erſchien, während eine andere Truppenabtheilung ſie von vorn angriff.

Hieraus geht die Nothwendigkeit hervor: bei der Auswahl eines Poſtens die Ein- und Zugänge deſſelben auf das ſorgfältigſte zu unterſuchen, und ſich nicht mit — oft nur ſcheinbaren — Naturhinderniſſen zu befriedigen, ſondern keinen Punkt des ganzen Umfanges unvertheidigt und unbeſtrichen zu laſſen.

Iſt der zu einem Poſten beſtimmte Ort unbebauet, und ſoll daher eine Schanze auf demſelben angelegt werden: kommen in Rückſicht des Bodens dabei vorzüglich dreierlei Umſtände in Betracht:

1) der Bauplatz ſelbſt iſt ungleich, das umliegende Terrain aber eben; oder
2) letzteres iſt nahe an der Schanze uneben, und mit Gründen, Hohlwegen oder Hecken durchſchnitten.
3) Es liegen beherrſchende Anhöhen noch innerhalb der Kanonenſchußweite.

1) Kleine Hügel, die nicht über 100 Schritt groß und nicht über 10 Fuß hoch ſind, werden nach Müller (Verſchanzungskunſt auf Winterpoſtirungen) am beſten von der Feuerlinie der Verſchanzung durchſchnitten. Man erhöhet in dieſem Falle die Bruſtwehr nicht völlig, ſondern ſchneidet ſie zum Theil in dem Hügel ein. Ueberſteigt letzterer die Höhe von 10 Fuß: muß man ihn ganz in die Verſchanzung einſchließen, ſo daß der Graben an ſeinem Fuße hingeht, und die Bruſtwehr noch vor ſeiner Krone liegt. Auch mehrere Hügel können auf dieſelbe Weiſe in die Feuerlinie der Schanze gezogen werden, indem man den Umriß nach dem Terrain geſtaltet, das überhaupt bei allen Verſchanzungen und Feſtungsanlagen vorzüglich berückſichtigt werden muß.

Gräben und Hohlwege läßt man am beſten gerade auf die Verſchanzung zu laufen, um die Bruſtwehr queer über ſie hinweg führen zu können. Belegt man ſie — wenn ſie nicht unter 5 Fuß tief ſind — oben mit Balken, auf welchen die Bruſtwehr ruhet, ſo dienen ſie zu einem unterirdiſchen Eingange.

2) Gegen überhöhende Terrainpunkte wird ein verſchanzter Poſten durch das Defilement (ſ. dies Wort) und durch Traverſen geſichert, ſo daß die Beſatzung an der Bruſtwehr nicht im Rücken beſchoſſen werden kann. Der abfallende Boden, beſonders wenn er den Anfang fortlaufender Gründe macht, muß allezeit von dem Geſchütz der Schanze beſtrichen werden können und man daſſelbe dieſem Entzweck gemäß aufſtellen.

An einem ſteilen Grundrande läßt man die Bruſtwehr entlang laufen und ſticht vor derſelben das Ufer 12 bis 16 Fuß hoch ſo ſteil ab, als es nur immer möglich iſt. Kann man zugleich ein Geſchütz zum Seitenfeuer anbringen: wird dieſer Punkt für unerſteiglich zu achten ſeyn. Umgiebt der ſteile Grund die Verſchanzung zum Theil, wird ſie unter der eben angeführten Bedingung nur um ſo ſtärker. Ohne Seitenfeuer aber iſt nur eine über 30 Fuß hohe, ſteile Felſenwand unerſteiglich; bei jedem andern niedrigeren oder bloßen Erdwall kann der Feind raſch bis unter das Feuer der Feſtung vorgehen, und hier in voller Sicherheit Anſtalten zu Erſteigung der Bruſtwehr treffen.

Wenn Gräben oder Hohlwege in der Weite eines Flintenſchuſſes die Gegend durchſchneiden: werden ſie entweder mit großen Steinen, Baumſtämmen u. dgl. ausgefüllt, oder an dem gegen die Verſchanzung gekehrten Rande abgeſtochen, ſo daß man bis auf ihren Grund ſehen und ſchießen kann. Hecken, Bäume, Buſchwerk, Plankenzäune, Gartenmauern und ſelbſt Gebäude, werden bis auf 600 oder 800 Schritt abgehauen und eingeriſſen; es ſey denn, daß ſteinerne Gebäude dem Poſten nahe genug ſtehen, um mit der Verſchanzung verbunden und zur Vertheidigung eingerichtet werden zu können.

3) In Gebirgsgegenden liegen die Anhöhen öfters ſo nahe aneinander, daß man ſehr bequem mit Geſchütz hinüber und herüber feuern kann, und daß es beinahe unmöglich wird, ſich gegen das Seitenfeuer und Rückenfeuer des Feindes zu decken. Es bleibt dann Nichts übrig, wenn man aus überwiegenden Urſachen die Befeſtigung eines ſolchen Poſtens nicht aufgeben darf, als ein Blockhaus, oder eine oben bedeckte Schanze zu erbauen, wie es von Müller an dem oben angeführten Orte gelehrt wird.

Wäre dies, wegen der Stärke und daher entſpringenden Größe des Poſtens, nicht ausführbar, müßte man ſich durch Blockhäuſer in den Beſitz der umliegenden Höhen ſetzen. Steile Felſenſpitzen, mit einzelnen Bäumen bewachſen, auf die blos beſchwerliche Fußſteige führen, ſind dem Poſten nicht ſchädlich. Sie dienen ihm, mit einigen Jägern beſetzt, als Vor- und Avertiſſementsposten.

Steinerne Gebäude der größeren Art, Meierhöfe, Dorfkirchen u. dgl. werden allgemein zu Poſten empfohlen, ſind auch wirklich mit Vortheil dazu anzuwenden, obſchon die Vorbereitungen dazu ihre eigenen Schwierigkeiten haben. Es iſt vorzüglich nicht leicht: in Mauern von Bruch- oder Feldſteinen Schießlöcher (w. n. i.) zu brechen. Mit dem Steinmeißel geht die Arbeit nur ſehr langſam von Statten; mit der Spitzhaue aber fallen gewöhnlich große Stücken herunter, und die Mauer wird dadurch außerordentlich geſchwächt. Leichter und ſchneller läßt es ſich in Mauern von Ziegeln bewirken; jedoch muß hier der

Steinmeißel, und nicht die Spitzhaue angewendet werden, um das Ausſpringen großer Steinſtücken zu vermeiden.

Liegt das Haus frei, ſo daß man die feindlichen Kanonenkugeln fürchten muß: kann man 12 bis 16 Fuß von der äuſſern Mauer einen Graben herum führen, und die daraus bekommene Erde gegen jene werfen, um die Wirkung der Kugeln dadurch zu ſchwächen. Man kann auch wohl den Graben ſo weit entfernen, daß eine förmliche Schanze entſteht, der das Gebäude als Retirade dient.

Im obern Stock eines ſolchen zur Vertheidigung eingerichteten Hauſes wird über den Thüren des untern Stockes der Fußboden aufgebrochen, oder wenigſtens durchlöchert, um dem hereindringenden Feinde das Gewehr auf den Leib halten zu können. Man kann auch die Scheidewände mit Schießlöchern durchbrechen, um ſich aus einem Zimmer in das andere ziehen zu können, wenn man zu ſehr von dem Feinde gedrängt wird.

Fehlt es nicht zu ſehr an Zeit und Materialien: werden Palliſaden geſetzt, und die Ecken des Gebäudes mit Tambours (ſ. dies Wort) oder Caponieren mit einer Seitenvertheidigung verſehen. Zu Verhütung der Ueberfälle bei vorgeſchobenen Poſten kann man auch die Thüren und Fenſter im untern Stock ganz zumauern, ſo daß blos Schießlöcher darinnen bleiben, und man nur vermittelſt einer Leiter, die hinter einer Palliſadirung ſteht, nach dem obern Stock gelanget.

Das Dach wird abgetragen, und die Sparren werden mit anderm Holzwerk oben queer herüber gelegt, um ſie nachher mit Miſt und Erde bedecken zu können. Der Rauchfang wird ebenfalls um ſoviel abgebrochen, als er über die Decke hervorragt. Es würde vortheilhaft ſeyn: ihn mit einigen Balkenſtücken zu verblenden, damit keine feindliche Granate hineinfallen kann, weil dies nothwendig einen üblen Eindruck auf die Beſatzung machen müßte.

Dörfer ſind nur ſelten zu Poſten brauchbar, weil entweder überhaupt ihre Gehöfte gewöhnlich weit auseinander gebaut ſind, und daher einen zu großen Raum einnehmen; und dann, weil ſie größtentheils aus leicht anzuzündenden Gebäuden beſtehen. Nur dann, wenn ein Dorf eine ſteinerne Kirche, einen maſſiv gebaueten Edelhof, oder eine Mühle hat, wenn die Häuſer vielleicht aus Bruchſteinen, und mit Ziegeln oder Schiefer gedeckt ſind, wie in Sachſen, Frankreich und den Niederlanden; wenn die anſtoßenden Gärten mit ſtarken Hecken, Mauern und Gräben umgeben ſind, und viele im Dorfe ſtehende Frucht- und andere Bäume die Verbreitung eines entſtandenen Brandes hindern; beſonders aber, wenn es am Rande eines ſteilen, faſt unerſteiglichen Grundes, am Ufer eines tiefen und breiten Fluſſes liegt, oder von Teichen, moraſtigen Brüchen umgeben iſt: kann man

die Verſchanzung deſſelben unternehmen. In dem polniſchen Städtchen Kobryn ward 1812 nur dadurch eine ganze Abtheilung Sachſen gefangen, weil ſie ſich in dieſen aus lauter hölzernen Häuſern beſtehenden Ort warfen, der nebſt der, in ihrem Rücken über den Fluß führenden hölzernen Brücke von den Ruſſen angezündet, und dadurch ſelbſt der Kavallerie die Möglichkeit geraubt ward, ſich durchzuſchlagen. Beſteht aber auch das Dorf ganz aus feuerfeſten Häuſern: dürfen deshalb die Löſchanſtalten gegen ein entſtehendes Feuer nicht vernachläſſigt, auch die Verſchanzungen nicht ſo nahe an das Dorf gelegt werden: daß die Beſatzung derſelben dadurch an der Vertheidigung gehindert wird.

Vorzüglichere Poſten geben die mit alten und gewöhnlich ſehr ſtarken Mauern umſchloſſenen Städte und die feſten Schlöſſer ab, von denen weiter unten gehandelt werden wird.

Poternen, ſ. Durchgänge.

Prahmen (bacs), oder platte Fahrzeuge, dienen in ſolchen Feſtungen, welche Waſſergräben haben, zur Gemeinſchaft mit den Außenwerken und mit dem bedeckten Wege, wenn die Brücken durch die feindlichen Stückkugeln zerſtört ſind. Dies wird jedoch bei ſchwimmenden Floß- oder Blockbrücken nie der Fall ſeyn können, und man ſollte daher dieſe in keiner Feſtung vermiſſen, oder wenigſtens auf den Fall einer Belagerung das dazu nöthige Rundholz vorräthig haben. In dieſem Falle werden die Prahmen, als Kanonenböte ausgerüſtet, zu Vertheidigung der Waſſergräben immer ſehr nützlich ſeyn.

Ein ſolches Fahrzeug hat 28 bis 30 Fuß Länge, 10 Fuß Breite, und 1½ Fuß Tiefe. Der Vordertheil, wo eine zwölfpfündige Kanone auf einer niedrigen Schiffslaffete ſteht, iſt mit einer Blendung von 4 Zoll dicken eichnen Bohlen verſehen, die blos eine Oeffnung für die Mündung des Geſchützes hat, um die Bedienung des Geſchützes gegen die Flintenſchüſſe der Belagerer zu ſichern. Hält man dieſe Prahmen auf einer andern Seite der Feſtung bis zu dem Augenblicke verborgen, wo der Feind ſeinen Faſchinendamm über den Graben größtentheils vollendet und wo er nichts mehr von dem Feuer des demontirten Geſchützes auf dem Walle zu fürchten hat: wird ihre Wirkung eben ſo entſcheidend, als unerwartet ſeyn. Es bedarf übrigens keines beſondern Hafens für dieſe Fahrzeuge, den Sturm unter die hohl gebaute Hauptfaçe, Heer hinter die Courtine in die Stadt, und Cöhorn in die Kehle der Raveline legt; ſie können auf der nicht angegriffenen Seite der Feſtung in einer Durchgangskaſematte aufbewahrt werden, bis ſie gebraucht

werden ſollen, wo ſie in weniger als einer halben Stunde in das Waſſer geſchoben und bewaffnet ſeyn können.

Pritſche (barbette), ſ. Bank für Kanonen.

Profil oder Durchſchnitt der Feſtungswerke Fig. 93, 94. Tab. VIII., der Kaſematten Fig. 96, 104 und Fig. 115. Tab. IX., der Futtermauern Fig. 111, 112 und 113. Tab. IX., und der Minengänge Fig. 116^{b}. Tab. X. und Fig. 122. Tab. XI. zeigt die Höhen und Breiten an, und dient gemeinſchaftlich mit dem Grundriſſe zu Beſtimmung derſelben.

Bei den Feſtungsprofilen kommen zweierlei Höhen in Betracht: die abſolute und relative (ſ. Höhe der Feſtungswerke), welche beide durch auf dem Horizont gezogene, ſenkrechte Linien beſtimmt werden, und von dem vorher feſtzuſetzenden gegenſeitigen Ueberhöhen der Werke (ſ. dies Wort) abhängen. Bei der neueren Befeſtigungsweiſe finden nach St. Paul folgende Profilmaaße ſtatt, wo eine durch die Bruſtwehrenkrone liegende Horizontalfläche angenommen iſt, und die perpendiculairen Tiefen von ihm abermals gemeſſen ſind.

	Breite.	Liegt unter der Krone des Hauptwalles.
Wallgang	36 Fuß.	7 Fuß.
Auftritt	12 —	4 —
Bruſtwehr mit innerer Böſchung	19 —	0 —
Aeußere Böſchung derſ.	12 —	14 —
(Die Abdachung der Krone wird durch die Breite des vorliegenden Grabens beſtimmt.)		
Der Hauptgraben	90 Fuß.	44 Fuß.
Wallgang und Auftritt der Contregarde, nebſt der innern Böſchung d. Bruſtwehr	24 —	11 —
Bruſtwehr der Contregarde	4 —	18 —
Aeußere Anlage derſelben	12 —	14 —
Graben an der Contregarde	60 —	44 —
Wallgang d. Grabenſcheere	24 —	29 —
Liegt vor der Courtine	30 —	= —
Bruſtwehr d. Grabenſcheere	18 —	22 —
Aeußere Anlage derſelben	6 —	17 —
Wallgang des Reduits im Ravelin	30 —	9½ —
Hintere Böſchung und Raum hinter demſelben	37 —	24½ —
Bruſtwehr deſſelben	18 —	2½ —

	Breite		Liegt unter der Krone des Hauptwalles.
Aeußere Anlage derſelben	6	Fuß.	$9\frac{1}{2}$ Fuß.
Sein Graben	36	—	$24\frac{1}{2}$ —
Wallgang des Ravelins	27	—	12 —
Bruſtwehr deſſelben	18	—	5 —
Aeußere Anlage	6	—	$15\frac{1}{2}$ —
Graben vor demſelben	60	—	44 —
Bedeckter Weg	30	—	$22\frac{1}{2}$ —
Glacis	180	—	$15\frac{1}{2}$ —
Das Reduit im bed. Wege	24	—	$22\frac{1}{2}$ —
Seine Bruſtwehr	18	—	$14\frac{1}{2}$ —
Aeußere Anlage	6	—	21 —
Graben deſſelben	12	—	$33\frac{1}{2}$ —

Die älteren Kriegsbaumeiſter beſtimmten ihre Profile nach der Höhe der Werke über dem Horizonte. Struenſee giebt von der Vaubanſchen und Cöhornſchen Manier folgende Profilmaaße.

	Vaubans erſte Manier.		Vaubans zweite Manier.	
	Breite.	Höhe.	Breite.	Höhe.
Wallgang	30 Fuß.	18 Fuß.	30 Fuß.	12 Fuß.
Auftritt	3 —	$19\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$ —
Bruſtwehr mit der innern Böſchung	19	24	$21\frac{1}{2}$	18
Aeußere Anlage	5	22	5	$15\frac{1}{2}$
Hauptgraben	20	15 tief	90	15 tief
Grabenſcheere	5	0	6	5 tief
Auftritt mit 4′ Böſchung	3	$1\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	2 tief
Bruſtwehr mit 1′ innerer Böſchung	16	6	$19\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$ hoch
Aeußere Anlage	2	4	4	0
Der Wallgang des Ravelins.	15=42	12	24	9
Auftritt mit 4′ Böſchung	3	$13\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	18	18	20	15
Aeußere Anlage derſelben.	8	16	$9\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$ —
Berme	5	0	9	—
Graben	66	15 tief	66	15 tief
Wallgang der Contregarde	—	—	30	12
Auftritt	—	—	$4\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$
Bruſtwehr mit $1\frac{1}{2}$′ Böſchung	—	—	$21\frac{1}{2}$	18
Aeußere Anlage	—	—	10	$15\frac{1}{2}$
Berme	—	—	9	3
Graben	—	—	90	15 tief
Bedeckter Weg	36	0	36	0
Auftritt	8	$1\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	3

	Vaubans erſte Manier. Breite Fuß.	Vaubans erſte Manier. Höhe. Fuß.	Vaubans zweite Manier. Breite. Fuß.	Vaubans zweite Manier. Höhe. Fuß.
Glacis	27 = 180	6	72 = 132	$7\frac{1}{2}$
Wallgang d. Reduits im Raveline.	—	—	15	9
Auftritt	—	—	$4\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	—	—	$19\frac{1}{2}$	15

In Coehorns Profilen iſt:

	Breite.	Höhe.
An den Bollwerksfaçen:		
Der Wallgang mit 16 Fuß Anlage	Fuß.	16 Fuß.
Auftritt	3	$17\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	21	22
Aeußere Anlage	10	20
Graben	96	4
Fauſſebray	5	6
Auftritt	3	$7\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	21	12
Aeußere Anlage derſelben	10	10
Anlage der inneren Graben-Böſchung	13	—
— — = äußeren — — —	12	—
Graben	119	14 tief.
An den Flanken:		
Die obere Flanke	—	16
Auftritt	3	$17\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	25	22
Aeußere Anlage	$8\frac{1}{2}$	20
Graben	28	4 tief.
Die mittlere Flanke	7	5
Auftritt	3	$6\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	25	11
Aeußere Anlage derſelben	10	10
Anlage der inneren Graben-Böſchung	10	—
— — = äußeren — — —	5	—
Graben	32	10
Die niedere Flanke	45	3 tief.
Auftritt	3	$1\frac{1}{2}$ tief.
Bruſtwehr	21	3
Aeußere Anlage	2	2
Anlage des innern Grabenrandes	13	—
Graben	unbeſtimmt.	13
Wallgang der Courtine	24	12
Auftritt	3	$13\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	21	18

	Breite.	Höhe.
Aeußere Anlage	8 Fuß.	16 Fuß.
Fauſſebray	4	2
Auftritt	3	$3\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	wie	vorher.
Die Contregarde	3	6
Auftritt	3	$7\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	21	12
Aeußere Anlage	10	10
Anlage der inneren Graben=Böſchung	12	—
— — = äußeren — — —	5	—
Graben	67	12 tief.
Das Ravelin vorn	24	8
hinten	12	
Auftritt	3	$9\frac{1}{2}$
Bruſtwehr	21	14
Aeußere Böſchung	5	12
Trockner Graben	96	4 tief.
Fauſſebray und Auftritt	6	6
Bruſtwehr, außer 10′ äußerer Böſchung	21	11
Graben, mit 10′ innerer u. 4′ äußerer Böſchung	93	11 tief.
Bedeckter Weg mit 2 Auftritten	$76\frac{1}{2}$	3 tief.
Glaçis	144=192	$4\frac{1}{2}$

Projectionen heißen die graphiſchen Darſtellungen der Flächen und Körper, welche einen Theil der Geometrie ausmachen (la geometrie descriptive), die Gaspard Monge zuerſt als einen beſondern Zweig der mathematiſchen Wiſſenſchaften behandelt hat, die aber auch ſchon früher in den Compendien der Meßkünſtler als ein Theil der Perſpective gelehrt wird. (La Croix Geometrie der ebenen und krummen Oberflächen, a. d. Franz. von Hahn.)

Wenn man nun die Projection eines jeden Punktes als einen Punkt anſieht, wo die dargeſtellte Ebene durch den Seheſtrahl aus dem Auge des Beobachters durchſchnitten wird: ſo drückt die Projection eines Körpers oder einer Fläche die verſchiedene Stellung der Punkte derſelben aus, wie ſie aus einer gewiſſen Entfernung erſcheinen.

Die nähere Erläuterung der Projectionen gehört eigentlich nicht hierher; bei der Sphäre finden beſonders in Hinſicht auf die Verfertigung der Karten zweierlei Arten von Projectionen ſtatt: die orthographiſche und die ſtereographiſche. Folgendes ſind die allgemeinen Grundſätze, auf welchen die eine, wie die andern Art beruhet:

1) Alle Geſichtslinien ſind in der orthographiſchen Projection auf eine unendliche Weite parallel.

2) Jede, auf der Projections-Ebene ſtehende ſenkrechte Linie wird durch einen Punkt dargeſtellt, da wo ſie auf jene Ebene trifft.

3) Jede, auf der Projections-Ebene nicht ſenkrechte Linie, die gegen ſie ſchräge oder parallel liegt, wird durch eine gerade Linie ausgedrückt, die zwiſchen von ihren Enden auf die Ebene fallenden Senkrechten gezogen iſt.

4) Wenn eine Linie mit der Projections-Ebene gleichlaufend iſt, hat ſie die größt-mögliche Länge.

5) Hieraus folgt: daß jede der Projections-Ebene parallele Linie durch eine ihr gleich große Linie ausgedrückt wird; durch eine kleinere hingegen, wenn ſie ſchräge auf jener Ebene ſteht.

6) Eine auf der Projections-Ebene ſenkrecht ſtehende andere Ebene wird durch diejenige gerade Linie ausgedrückt, in der ſie jene durchſchneidet. Ein auf der erſtern ſenkrecht ſtehender Kreis, deſſen Mittelpunkt in ihr liegt, wird demnach durch ſeinen Durchmeſſer dargeſtellt. Ein Theil deſſelben Kreiſes aber, deſſen äußerſtes Ende an die Mitte der Projections-Ebene trifft, wird durch eine gerade Linie ausgedrückt, die ſeinem Sinu gleich iſt; die Linie zur Projection des Erfüllungsbogens aber iſt ſein Sinus Verſus.

7) Ein der Projections-Ebene paralleler Kreis wird durch einen eben ſo großen Kreis, ein gegen ſie ſchräger Kreis aber durch eine Ellipſe dargeſtellt.

Bei der ſtereographiſchen Projection wird

1) jeder große Kreis, der in der Sehelinie liegt, durch eine gerade Linie vorgeſtellt;

2) ein ſenkrecht dem Auge gegenüber ſtehender Kreis aber, ebenfalls durch einen Kreis. Endlich

3) ein gegen das Auge ſchräge ſtehender Kreis, auf die nämliche Weiſe.

4) Wird ein großer Kreisbogen auf der Fläche eines andern großen Kreiſes projectirt, ſo wird ſein Mittelpunkt in diejenige Linie fallen, welche als Projection des großen Bogens die Sehelinie macht, und auf dem darzuſtellenden Kreisbogen und auf der Projections-Ebene ſenkrecht iſt. Der Mittelpunkt des projectirten Kreiſes iſt um ſo viel von der als Projections-Ebene dienenden Kreisfläche entfernt, als die Tangente ſeiner Erhebung über die letztere beträgt.

5) Liegt ein kleiner Kreisbogen um den Mittelpunkt des großen, wird er durch einen Kreis dargeſtellt, deſſen Durchmeſſer der Summe der halben Tangenten der größeſten und kleinſten Entfernungen von dem Mittelpunkte des großen Kreiſes gleich iſt.

6) Daſſelbe findet ſtatt, wenn der kleine Kreisbogen nicht um den Projectionspol (den Mittelpunkt des großen), ſon-

dern neben demſelben liegt; nur daß hier — wie ſich von ſelbſt verſteht — die Entfernungen auf einer und eben derſelben Seite gemeſſen werden.

7) Die Winkel der Kreisbögen auf einer Kugelfläche ſind den Winkeln gleich, welche ihre zugehörigen Projectionslinien auf der Projections-Ebene machen.

Dieſe Projectionsart hat zwei Vortheile: 1) daß die Projectionen aller Kreisbögen der Sphäre gerade Linien, oder Kreisbögen, und daher leicht zu conſtruiren ſind. 2) Die gleichen Theile der Kreiſe der Kugel werden zwar durch die ſtereographiſche Projection ungleich, doch nicht in dem Maaße, wie bei der orthographiſchen Projection. Dieſe Ungleichheit der an ſich gleichen Theile bleibt jedoch auch hier eine Unbequemlichkeit; man kann ſich nie eines und deſſelben Maaßſtabes zu Beſtimmung der Entfernungen bedienen, weil dieſe durch verſchiedene Kreisbögen ausgedrückt werden, die folglich auch ungleiche Abtheilungen haben.

Die Projection der Körper, die ſie in ihrem Verhältniß und in ihren Maaßen darſtellt, wie ſie dem Auge in einer gewiſſen Entfernung erſcheinen, heißt die perſpectiviſche oder ſcenographiſche (ſ. dies Wort). Sie beruhet auf dem Grundriß (Ichnographie), der in ſeiner perſpectiviſchen Verjüngung aufgetragen wird, und auf den nachher die Maaße der Façade und der Seitenanſichten eben ſo getragen werden.

Proviantháuſer, ſ. Magazine.

Proviſoriſche Feſtungen, ſ. Städte.

Pulver (poudre) iſt bekanntlich ein durchaus unentbehrliches Angriffs- und Vertheidigungsmittel im Kriege. Man muß daher beſondere Sorge tragen: deſſelben eine hinreichende Menge für den Bedarf herbeizuſchaffen ſowohl, als den vorhandenen Vorrath gegen jeden Zufall zu ſichern. Ueber das erſtere iſt ſchon oben (Artik. Ausrüſtung und Belagerungs-Entwurf) das Nöthige beigebracht worden. Die Aufbewahrung des Pulvers aber gehört für die Artillerie; dem Ingenieur kommt blos die Erbauung und Einrichtung der Pulvermagazine zu, w. n. i.

Pulverkammer (la Chambre), ſ. Minenkammer.

Pulverkaſten (Coffre des poudres) gewährt bei den Minenladungen den Vortheil einer ſchnellern und leichtern Entzündung und der Verwahrung der Ladung gegen die Feuchtigkeit des Erdbodens. Denn ſoll die Mine einige Zeit geladen

ſtehen bleiben, wie es bei den Vertheidigungsminen öfters der Fall iſt: wird der gut zuſammengefügte Pulverkaſten von außen und innen verpicht. Bei ſtarken Ladungen würden zwar die Kaſten wegen ihrer bedeutenden Größe nicht durch die Rameaux in die Kammer gebracht werden können; es macht jedoch keine Schwierigkeit und Aufenthalt: die Theile derſelben vorher zuſammenzupaſſen, und einzeln in die Kammer zu tragen.

Die Größe des Pulverkaſtens wird durch die Menge des zur Ladung erforderlichen Pulvers beſtimmt, wo man vorausſetzen kann: daß ein Pariſer Würfelfuß Pulver 64 Pfd., ein Würfelfuß Rheinl. aber 61 Pfund 29 Loth wiegt.

Sollte demnach für eine Ladung von 100 Pfund die Größe des Pulverkaſtens gefunden werden, würde man haben:

Log.: 1 Würfelf. = 1728 Zoll = 3. 2375437.
Log.: 100 Pfd. = 3200 Loth = 3. 5051500
Log.: 61 Pfd. 29 Lth. = 1981 Lth. = 3. 2969186
3. 4457751. davon

die Zahl 2791 und folglich die Seite des würfelförmigen Pulverkaſtens $\sqrt[3]{2791} = 14{,}079$ Zoll.

Für 500 Pfund Ladung bekommt man
Log.: 1728″ = 3. 2375437.
Log.: 16000 = 4. 2041200
Log.: 1981 = 3. 2969186
4. 1446451. = Log. von 13952,

welches 24,074 Zoll für jede Seite des Kaſtens giebt.

Eben ſo findet man für eine Minenladung von 1000 Pfunden jede Seite des Kaſtens = $\sqrt[3]{27910} = 30{,}33$ Zoll, und für 3000 Pfund Ladung: $\sqrt[3]{83733}$.

Belidor glaubte durch platte Pulverkaſten, deren Grundfläche größer iſt, als ihre Seiten, größere Minentrichter zu erhalten, und fand dieſe Meinung durch die Erfahrung beſtätiget. Es fehlte jedoch bis jetzt an mehreren genügenden Verſuchen, um die Größe der flachen Kaſten im Verhältniß des auszuhebenden Trichters zu beſtimmen. Wir geben daher nur noch die berechnete Größe der Seiten für würfelförmige und flache Kaſten, unter der Vorausſetzung: daß ein franz. Würfelfuß Pulver 64 Pfund wiegt.

Cubiſche Pulverkaſten.

Seite des Kaſtens.	Pulverladung.	Seite des Kaſtens.	Pulverladung	Seite des Kaſtens.	Pulverladung.
8 Zoll.	19 ℔	22½ Zoll.	423 ℔	37 Zoll.	1876 ℔
8½	23	23	450	37½	1954
9	27	23½	481	38	2032
9½	32	24	512	38½	2114
10	37	24½	546	39	2197
10½	43	25	579	39½	2242
11	49	25½	615	40	2370
11½	56	26	651	40½	2460
12	64	26½	690	41	2550
12½	77	27	728	41½	2647
13	81	27½	770	42	2744
13½	91	28	813	42½	2844
14	101	28½	860	43	2944
14½	113	29	907	43½	3049
15	125	29½	954	44	3155
15½	138	30	1000	44½	3265
16	152	30½	1052	45	3375
16½	167	31	1104	45½	3490
17	181	31½	1159	46	3605
17½	198	32	1214	46½	3725
18	216	32½	1272	47	3845
18½	233	33	1331	47½	3970
19	251	33½	1392	48	4096
19½	274	34	1454	48½	4227
20	296	34½	1518	49	4357
20½	319	35	1582	49½	4493
21	343	35½	1655	50	4630
21½	369	36	1728	50½	4772
22	395	36½	1802		

Flache Pulverkaſten mit viereckigen Grundflächen und verſchiedenen Höhen.

Seite d. Grundfläche	Höhe des Kaſtens	Pulverladung	Seite d. Grundfläche	Höhe des Kaſtens.	Pulverladung.
15 Zoll.	12 Zoll.	100 ℔	41 Zoll.	24 Zoll.	1500 ℔
18½	12	150	4[illegible]½	24	1600
21½	12	200	44	24	1700
23½	12	250	45	24	1800
20	12	300	46½	24	1900
28	12	350	47½	24	2000
30	12	400	48½	24	2100
24½	18	400	43½	30	2100
26	18	450	44½	30	2200
27½	18	500	45½	30	2300
29	18	550	46½	30	2400
30	18	600	47½	30	2500
31	18	650	48½	30	2600
32½	18	700	49½	30	2700
33½	18	750	50½	30	2800
34½	18	800	51¼	30	2900
35½	18	508	52	30	3000
37	18	900	53	30	3100
38	18	950	54	30	3200
39	18	1000	49	36	3200
40½	18	1100	49¾	36	3300
42½	18	1200	50½	36	3400
37	24	1200	51¼	36	3500
38	24	1300	52	36	3600
39½	24	1400	52¾	36	3700

Flache Pulverkaſten mit viereckigen Grundflächen und verſchiedenen Höhen.

Seite d. Grundfläche	Höhe des Kaſtens.	Pulverladung.	Seite d. Grundfläche.	Höhe des Kaſtens.	Pulverladung.
$53\frac{1}{2}$ Zoll.	36 Zoll.	3800 ℔	58 Zoll.	42 Zoll.	5200 ℔
$54\frac{1}{4}$	36	3900	$58\frac{1}{2}$	42	5300
55	36	4000	59	42	5400
$50\frac{3}{4}$	42	4000	$59\frac{1}{2}$	42	5500
$51\frac{1}{4}$	42	4100	60	42	5600
52	42	4200	$56\frac{1}{4}$	48	5600
$52\frac{1}{2}$	42	4300	$56\frac{3}{4}$	48	5700
$53\frac{1}{4}$	42	4400	$57\frac{1}{4}$	48	5800
54	42	4500	$57\frac{3}{4}$	48	5900
$54\frac{1}{2}$	42	4600	$58\frac{1}{4}$	48	6000
55	42	4700	$58\frac{3}{4}$	48	6100
$55\frac{3}{4}$	42	4800	59	48	6200
$56\frac{1}{4}$	42	4900	$59\frac{1}{2}$	48	6300
$56\frac{3}{4}$	2	5000	60	48	6400
$57\frac{1}{4}$	42	5100			

Als die Form des Pulverkaſtens in die einer geſtumpften Pyramide verwandelt ward, deren große Grundfläche ſich oberwärts befand, brachten 30 Pfd. Ladung einen 2 Zoll größern Trichter hervor, als die nämliche Ladung in einem gewöhnlichen flachen Pulverkaſten. Es iſt nicht zu zweifeln: daß auch hier dieſe Vergrößerung des Trichters mit den Ladungen zunimmt, wie bei den flachen Pulverkaſten. Es ſind jedoch keine weitern Erfahrungen in dieſer Hinſicht angeſtellt worden.

Der Boden nnd die Seitenwände des Pulverkaſtens werden beinahe wie die holländiſchen Pfoſtengeviere, Fig. 13. Tab. I. zuſammengefügt und mit hölzernen Nägeln befeſtiget. Bei ſtark geladenen Minen aber, wo der Kaſten wegen ſeiner Größe nicht durch den Minengang gebracht werden kann, wird er erſt in der Kammer zuſammengeſetzt, wenn er ſtückweiſe in dieſelbe gebracht worden. Da die Löcher für die hölzernen Nägel hier ſchon eingebohrt und die Boden- und Seitenbretter genau gepaßt ſind: läßt ſich das Zuſammenſetzen leicht und ſchnell verrichten. An der einen Seite des Kaſtens iſt dicht am Boden eine viereckige Oeffnung, von 4 Zoll im Lichten, eingeſchnit-

ten, die durch die Zündröhre oder den Kaſtenzünder völlig ausgefüllt wird.

Der Deckel wird erſt nach eingeſchütteter Ladung auf den Kaſten gelegt. In trocknem Boden iſt es überflüſſig: ihn beſonders zu befeſtigen; in feuchtem Boden hingegen geſchiehet dieſes vermittelſt hölzerner Nägel, oder beſſer, mit kupfernen Holzſchrauben, um das Eindringen der Feuchtigkeit zu verhüten. Zu demſelben Behuf wird der Deckel in dieſem Falle äußerlich mit warmen Pech überſtrichen und mit Wachstuch benagelt. Bei den Vertheidigungsminen, die einige Zeit geladen ſtehen ſollen, wird gegen das Eindringen der Näſſe bisweilen ein doppelter Pulverkaſten angewendet; noch ſichrer würde man ſeine Abſicht erreichen, wenn man den äußeren Kaſten um 8 bis 12 Zoll im Lichten weiter macht, als die Größe des inneren oder eigentlichen Pulverkaſtens beträgt, und alsdann den leeren Raum zwiſchen beiden Käſten mit friſchgebranntem Kalk anfüllt, der alle von außen eindringende Feuchtigkeit aufnehmen und die Ladung trocken erhalten wird. Man kann auch in dieſer Abſicht den Kaſten mit 6 bis 10 Zoll hohen Füßen verſehen, damit er über die Sohle der Minenkammer erhaben iſt, und das in letzterer ſich ſammelnde Waſſer nicht bis an den Boden des Kaſtens ſteigt.

Die Pulverkaſten der Schachtminen unterſcheiden ſich dadurch: daß die Oeffnung für den Kaſtenzünder ſich oben in dem Deckel befindet, und daß der letztere größer iſt, als der Kaſten, wie weiter unten gezeigt werden wird. (S. Schachtminen).

Pulvermagazine (Magasin à poudre) gehören zwar in einer Feſtung ganz allein unter die Artillerie, müſſen aber durch die Ingenieure, ihrer Beſtimmung gemäß, erbauet und eingerichtet werden, ſo daß alsdann den Artilleriſten blos die Aufbewahrung des Pulvers ſelbſt überlaſſen bleibt.

Bei der unbedingten Wichtigkeit des letztern zur Vertheidigung, die ganz allein auf ſeiner Anwendung beruhet, darf man nichts unterlaſſen, um den in der Feſtung befindlichen Vorrath gegen jeden Zufall zu ſichern. Der zu Aufbewahrung deſſelben beſtimmte Ort muß demnach eben ſowohl bombenfeſt gewölbt, als von den Wohnungen abgeſondert ſeyn. Die Hintenanſetzung dieſer Regel hat nur zu oft ſchon die frühe Uebergabe einer Feſtung herbeigeführt. Derſelbe Nachtheil iſt zu beſorgen: wenn ein beträchtlicher Theil Pulvers ſich in einer Kaſematte unter einem Bollwerke, oder dem Hauptwalle befindet, der durch das Auffliegen des Magazins nothwendig geöffnet werden würde, wie bei der Citadelle von Spandau 1813 geſchah, wo die Exploſion ein Bollwerk und einen Theil der Courtine zerſtörte, ſo

daß die Pfahlröſte umgeſtürzt aus dem Waſſergraben emporſtiegen und ein Theil des letzteren völlig zugeſchüttet ward. Man ſollte deshalb in jeder Feſtung den Pulvervorrath in drei Theile ſondern, um durch eine Explosion nicht Alles auf einmal zu verlieren. Jeder dieſer Theile aber muß in einem bombenfeſt gewölbten Magazin untergebracht werden, dem man ſeine Stelle in einem Außenwerke auf einer, von der Angriffsfronte entlegenen Seite anweiſt, wo die ſteinernen Caponieren in der Kehle der Raveline und in den Waffenplätzen der eingehenden Winkel des bedeckten Weges ſehr gut dazu benutzt werden können, wie es in Calais der Fall iſt. Welcher Nachtheil daraus erwächſt, wenn die Pulvermagazine in der Stadt, mitten unter den Bürgerwohnungen ſich befinden, haben die traurigen Beiſpiele von Avesnes und Danzig zur Genüge gezeigt.

In der früheren Zeit, wo man überhaupt nur wenig Geſchütze hatte, und daher eine geringere Menge Pulver bedurfte, gewöhnte man ſich: daſſelbe in irgend einem Thurm der Ringmauer unterzubringen, und die Bürger wohnten ruhig dicht neben dieſem Zerſtörungsmittel, ohne zu ahnen: daß eine in der Stadt und in der Nähe des Magazins entſtehende Feuersbrunſt, irgend ein anderer unglücklicher Zufall durch Unvorſichtigkeit ihren gänzlichen Untergang herbeiführen könnte. So wie die Beſatzungen ſtärker wurden und man auch viel mehr Geſchütze anwandte, ward ein weit größerer Pulvervorrath nothwendig, mit dem auch die Größe der Gefahr für die Stadt und für die Feſtungswerke wuchs. Es iſt daher äußerſt wichtig: dieſen Gegenſtand gehörig zu berückſichtigen, da er in ſeinen Folgen ſo großen Einfluß auf die Dauer der Vertheidigung einer Feſtung haben kann, gegen die der größere Aufwand für die neuen Magazine durchaus in keinen Betracht kommt.

Die Größe der Pulvermagazine hängt von dem darinnen aufzubewahrenden Vorrath ab. Ein Gemach von 60 Fuß Länge, 25 Fuß Breite und 8 Fuß Höhe wird ohngefähr 550 Centner Pulver faſſen können, wenn ſie auf die im Wörterb. der Artillerie (Artik. Magazine) angegebene Weiſe gelegt werden. Das von dem General Meunier in Cherbourg 1788 erbauete Pulvermagazin iſt 106 Fuß im Lichten lang, 26 Fuß breit, und 20 Fuß hoch. Seine Grundmauer iſt $5\frac{1}{2}$ Fuß tief. Die Widerlagen ſind im Grunde 15 Fuß dick: haben 5 Abſätze, jeden zu 6 Zoll, und ſind $12\frac{1}{2}$ Fuß dick über der Erde 3 Fuß hoch aufgemauert, wo ſie einer 4 Fuß 9 Zoll hohen Abdachung ſich bis auf 8 Fuß 4 Zoll verſchwächen, und ſonach 2 Fuß bis zu dem Anfange des Gewölbes gehen. Dieſes iſt halbkreisförmig, 26 Fuß im Lichten weit, 3 Fuß an den Seiten und 8 Fuß am Schlußſteine ſtark, äußerlich dachförmig gemauert und durch ein Schieferdach gegen die üble Witterung geſchützt.

Die 5 Fuß ſtarken Giebelwände ſind im Grunde 6 Fuß dick mit 2 Abſätzen. In jeder befinden ſich eine Thür (5 Fuß breit, 7 Fuß hoch) und 2 Fenſter (5 Fuß hoch, 2¼ Fuß breit). Außerdem ſind ſowohl hier als in den Widerlagemauern ſehr viele Luftlöcher, 4 Zoll breit, 15 Zoll hoch, angebracht und mit kupfernen Gittern verſehen.

Der Dielenboden liegt 2½ Fuß über dem mit platten Steinen gepflaſterten Erdboden, und wird durch eine zwei Fuß dicke Mauer in der Mitte unterſtützt. Die Pulverfäſſer liegen zwiſchen hölzernen Ständern auf einer Art Gerüſte, auf das ſie, vermittelſt der oben an der Decke des Gewölbes an gegoſſenen Haken befeſtigten Scheiben, gehoben werden.

Man bemerkt an dieſem Magazine die Verſtärkung der Widerlagen, um die Strebepfeiler entbehren zu können. Es ſcheint jedoch nicht: daß dadurch weder an den Baukoſten, noch an der verſtärkten Feſtigkeit gewonnen wird. Das viele Holzwerk zu den Gerüſten, auf welche die Pulverfäſſer nicht ohne Beſchwerde gehoben werden können, vermehrt überdieſes den Aufwand bedeutend, ohne einigen Vortheil zu gewähren.

In Hinſicht der Erſparniß für Holz zu den Fäſſern, das man in Frankreich auf 2700000 Franken und ſeine jährliche Unterhaltung auf 135000 Franken berechnet, hat man vorgeſchlagen: in den Magazinen eine Art großen Kaſten von Holz oder Stein zu erbauen, der 3 Fuß von den Seitenmauern und 12 Fuß von den Giebelwänden abſteht, um und um luftdicht verſchloſſen, innerlich aber mit einem Kitt ausgeſtrichen und mit 1 Linie dicken Bleiplatten überzogen iſt, auch einen feſt anſchließenden Deckel hat. Das in dieſen Kaſten geſchüttete Pulver wird alsdann zum Gebrauch vermittelſt eines kupfernen Hahnes an dem andern Ende heraus gelaſſen.

Obgleich dieſer Vorſchlag anfangs einigen Schein für ſich hat, weil ein Pulvermagazin 86400 Pfund Pulver in Fäſſern enthält, der 34 Fuß lange, 17 Fuß breite, 6 Fuß tiefe Kaſten 221952 Pfund aufnehmen kann: ſteht ihm doch entgegen

1) das eben ſo nothwendige, als höchſt beſchwerliche Umſtoßen einer ſo großen Pulvermenge, die unmöglich durch und durch gearbeitet werden kann.

2) Die Langſamkeit des Herauslaufens durch den kupfernen Hahn, der ſich jeden Augenblick verſtopfen wird, ſelbſt wenn man ihm 6 Zoll innere Weite giebt.

3) Wird dadurch das Zuſammenhängen des Pulvers befördert, wenn das Magazin nur einigermaaßen feucht iſt, ohne daß es ein Mittel gäbe: dieſem Uebel zu begegnen.

4) Um das noch vorräthige Pulver zu überſehen, iſt eine Berechnung des angefüllten und des oberen leeren Raumes im Kaſten nöthig, die ſich nicht ohne einige Weitläuftigkeit, und

nicht ohne den Kaſten zu öffnen, bewerkſtelligen läßt, wobei in unterirdiſchen Gewölben nothwendig das Pulver Feuchtigkeit anziehen muß.

Zweckmäßiger zu Abhaltung der Feuchtigkeit iſt der Vorſchlag des Chemikers Champy d. jüng.: die innern Wände des Magazins mit zuſammengelötheten Bleiplatten zu überziehen, weder Fenſter noch andere Oeffnungen darinnen anzubringen, und die Thür möglichſt luftdicht zu verſchließen. Ein an der Decke hängender Kaſten mit friſchgebranntem Kalk nimmt alle in der Luft befindliche Feuchtigkeit auf, der dadurch abgelöſchte Kalk fällt durch den durchlöcherten Boden des Kaſtens in einen andern Kaſten herab, wo er von Zeit zu Zeit hinweg genommen und durch neuen Kalk erſetzt wird.

Die angeſtellten Verſuche haben das völlige Einſaugen aller in Magazinen vorhandenen Luftfeuchtigkeit hinreichend beſtätiget, und zwar in einem ſolchen Grade, daß ſelbſt ſchon feucht gewordenes Pulver dadurch zu ſeinem vorigen Grade der Trockenheit zurück kehrte. Man wird demnach ohne Rückſicht auf die vorhergehende Trockenheit oder Feuchtigkeit der Magazine bei dieſer Einrichtung derſelben das Pulver ohne alle Beſorgniß in demſelben aufbewahren können, und es wird ſogar bisweilen bei dem Herausnehmen von noch beſſerer Beſchaffenheit ſeyn, als es zu der Zeit war, wo man es in das Magazin brachte.

Die Stärke der halbkreisförmigen Gewölbe iſt durch die Erfahrung an der ſchwächſten Stelle LM, Fig. 145. Tab. XIII. auf 3 Fuß beſtimmt, um den darauf fallenden Bomben zu widerſtehen, und iſt die Theorie davon ſchon oben (Artik. Kaſematten) gegeben worden. Um die Wirkungen einer Exploſion zu ſchwächen, ſchlägt der franz. Ingenieur Sennermont vor: die eine Giebelwand des Pulvermagazins nur von geringer Stärke zu machen und ſie gegen das freie Feld oder irgend eine Seite zu wenden, wo die Exploſion nur wenig Schaden thun kann. Giebt man der andern Giebelwand eine, dem Gewölbe und den Widerlagen ziemlich gleiche Stärke, ſo wird die ſchwache Giebelwand die kürzeſte Widerſtandslinie ausmachen, und die ganze Wirkung der etwanigen Exploſion dahin gehen. Bei der Entzündung großer Pulvermaſſen iſt jedoch zu erwarten: daß ſelbſt der Widerſtand der Widerlagen als unendlich klein anzuſehen, und daß die eben erwähnte Einrichtung der Magazine nicht den erwarteten Nutzen leiſten wird. Der Vorſchlag ſcheint unterdeſſen wohl einer Prüfung werth, da es Fälle geben kann, wo es nützlich iſt: ein Pulvermagazin auf die angeführte Weiſe wie eine Mine zu behandeln.

Obwohl durch die Anwendung des Kalkes auch die feuchteſten Pulvermagazine trocken, und daher alle ſogenannte Luftmagazine entbehrlich gemacht werden können, würde es doch im

Allgemeinen nachtheilig ſeyn: ſie ganz abzuſchaffen, und den Pulvervorrath auch in Friedenszeiten in den Feſtungen ſelbſt aufzubewahren. Sind die letztern nur klein, bleibt bei einem — nie ganz zu verbürgenden — Unfall das Pulvermagazin immer ein höchſt gefährlicher Nachbar der Bürgerwohnungen, deren Zerſtörung eine nothwendige Folge des Auffliegens des erſtern ſeyn wird. Dieſe Luftmagazine werden außerhalb der Feſtung — etwa 1000 bis 1500 Schritt von derſelben — in einem von Palliſaden umſchloſſenen Raume, mit ſchwachen Mauern, von höchſtens ½ Mauerſtein Stärke aufgeführt, und blos mit einem leichten Dache verſehen.

Es iſt übrigens eine unerläßliche Bedingung: allen permanenten Pulvermagazinen Wetterableiter zu geben (ſ. dies Wort), ſo lange die von dem verdienſtvollen General von Helwig aufgeſtellte Hypotheſe, nach welcher der Blitz mit den Erſcheinungen des electriſchen Fluidums keineswegs als homogen angeſehen werden darf, noch nicht bis zur Evidenz erwieſen iſt.

Außer den vorher beſchriebenen Feſtungsmagazinen werden in einer Belagerung noch andere kleine Magazine für den täglichen Gebrauch des Geſchützes erfordert, deren Verfertigung aber dem Ingenieur nicht zukommt, und ſchon im Wörterbuch d. Artillerie a. n. O. beſchrieben worden iſt. Man ſehe auch den Artik. Feſtungsbatterien.

Pulverſäcke (sacs à poudre) ſind aus Segeltuch zuſammengenäht, mit 2 Pfund Pulver gefüllt, mit einem eingebundenen Zünder verſehen, und in Pech geteuft. Man bedient ſich ihrer häufig anſtatt der Handgranaten bei dem Angriff und der Vertheidigung der Feſtungen, weil ſie ihre Stücken nicht ſo weit herumwerfen, als jene.

Pulverwurſt, ſ. Zündwurſt der Minen.

Pumpen zur Vertheidigung, ſ. Stoßpumpen.

Punkte, militairiſche, ſind ſolche Terrainſtellen, die in Hinſicht auf die offenſiven oder defenſiven Operationen wichtig ſind, und daher entweder permanent, oder wenigſtens für die Zeitdauer des Feldzuges befeſtiget werden müſſen. Man kann demnach unter dieſem Namen begreifen

1) alle diejenigen Orte an großen Flüſſen und Hauptſtraßen, wo durch ſtehende Brücken den Armeen ein ſicherer und bequemer Uebergang dargeboten wird. Als Beiſpiele können hier Mainz, Fort Louis, Straßburg, Magdeburg, Wittenberg, Dresden und mehrere andere dienen.

2) Solche Gebirgspäſſe, durch deren Beſetzung man dem Feinde jeden Einbruch in das flache Land verwehren kann. Dahin gehören: Briançon für Frankreich, Funetarabia für Spanien, Exiles, Suſa und Pignerol für Piemont, Glatz und Silberberg für Schleſien, Pleß und Thereſienſtadt für Böhmen.

3) Muß man durch befeſtigte Orte die Gemeinſchaft entfernter Provinzen untereinander ſichern: ſo dient Cölln, Luxemburg und Weſel zur Verbindung Deutſchlands und der Niederlande; die Tyroler Feſtungen verbinden Deutſchland mit Ober-Italien, und ſind daher in militairiſcher Hinſicht für Oeſterreich unentbehrlich.

4) An großen Flüſſen, die ihren Lauf nach dem feindlichen Lande nehmen, oder da, wo mehrere große Straßen zuſammentreffen, bieten oft große Städte bequeme Niederlagen für die Lebensmittel und Kriegsbedürfniſſe dar, und werden dadurch — wenigſtens für die Dauer des Feldzuges — wichtig.

5) Bei dem Vordringen in die feindlichen Provinzen muß für den ſchlimmſten Fall der Rückzug der Truppen durch befeſtigte Zwiſchenpunkte geſichert werden, bei denen ſich die geſchlagene Armee von Zeit zu Zeit ſetzen, und durch deren ſtarke Beſetzung man den Feind von dem zu raſchen Verfolgen abhalten kann.

6) Eine im Verhältniß der feindlichen Streitkräfte ſchwache Armee bedarf feſter Stützpunkte, wenn ſie ein Treffen wagen will. Sie iſt dadurch im Stande, durch jene feſten Punkte begünſtiget, ſich vielleicht auf einem Flügel zu ſchwächen, um auf dem andern dem Feinde überlegen zu ſeyn. Dies iſt vorzüglich der große Vortheil, welchen Feſtungen im Vertheidigungskriege gewähren.

Q.

Quartierſtücken heißen diejenigen Mauerziegel, welche nur die Hälfte der gewöhnlichen Länge oder Breite haben, und bei Aufführung der Mauern zu Bewirkung eines beſſern Verbandes mit eingelegt werden.

Queergewölbe, ſ. Traverſen.

Quetſcher (Camouflet) iſt ſchon oben (Artik. Dampfminen) beſchrieben worden. Da man ſie immer in der Gegenwart des feindlichen Minirers, und um ihn zu vertreiben, anlegt: muß man ſich gewöhnlich mit einer willkührlich, und im Verhältniß des Abſtandes der feindlichen Gallerie angenommenen

Ladung begnügen, die nach der Erfahrung allgemein auf 10 bis höchſtens 20 Pfund Pulver geſetzt wird. Könnte man die Entfernung des Feindes immer mit einiger Zuverläſſigkeit beſtimmen: würde man die Ladung für den Quetſcher auf die oben (Artik. Ladungen) angegebene Weiſe finden, oder auch die hier beiſtehenden nehmen können.

Entfernung des feindlichen Rameaux.	Pulverladungen		
	In lockrer Sanderde.	Gewöhnliche Gartenerde	Feſter Thon.
3 Fuß . . .	2,7 ℔	4,6 ℔	5,4 ℔
4 — . . .	6,4	10,9	12,9
5 — . . .	12,5	21,2	25,0
6 — . . .	21,7	36,4	43,4

Ende
des zweiten Theiles

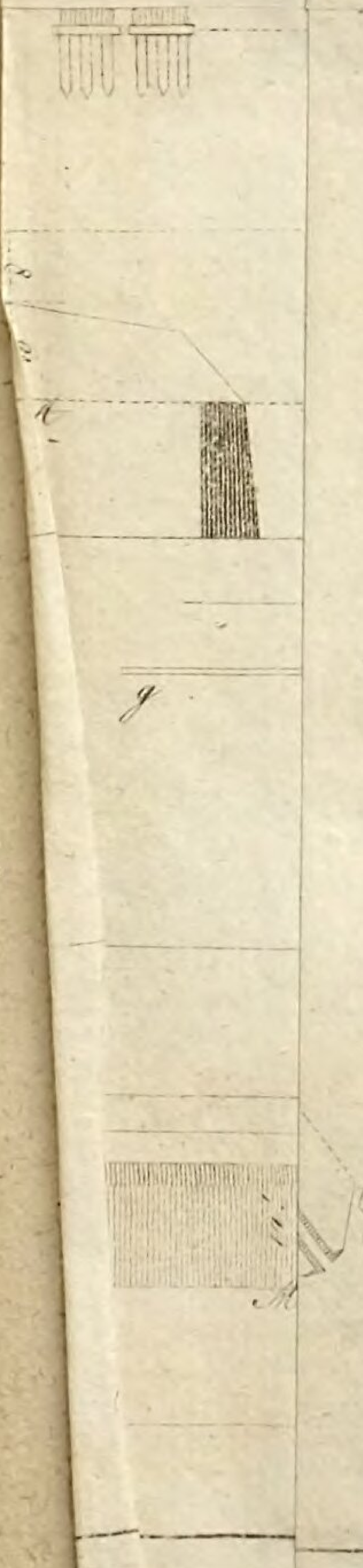
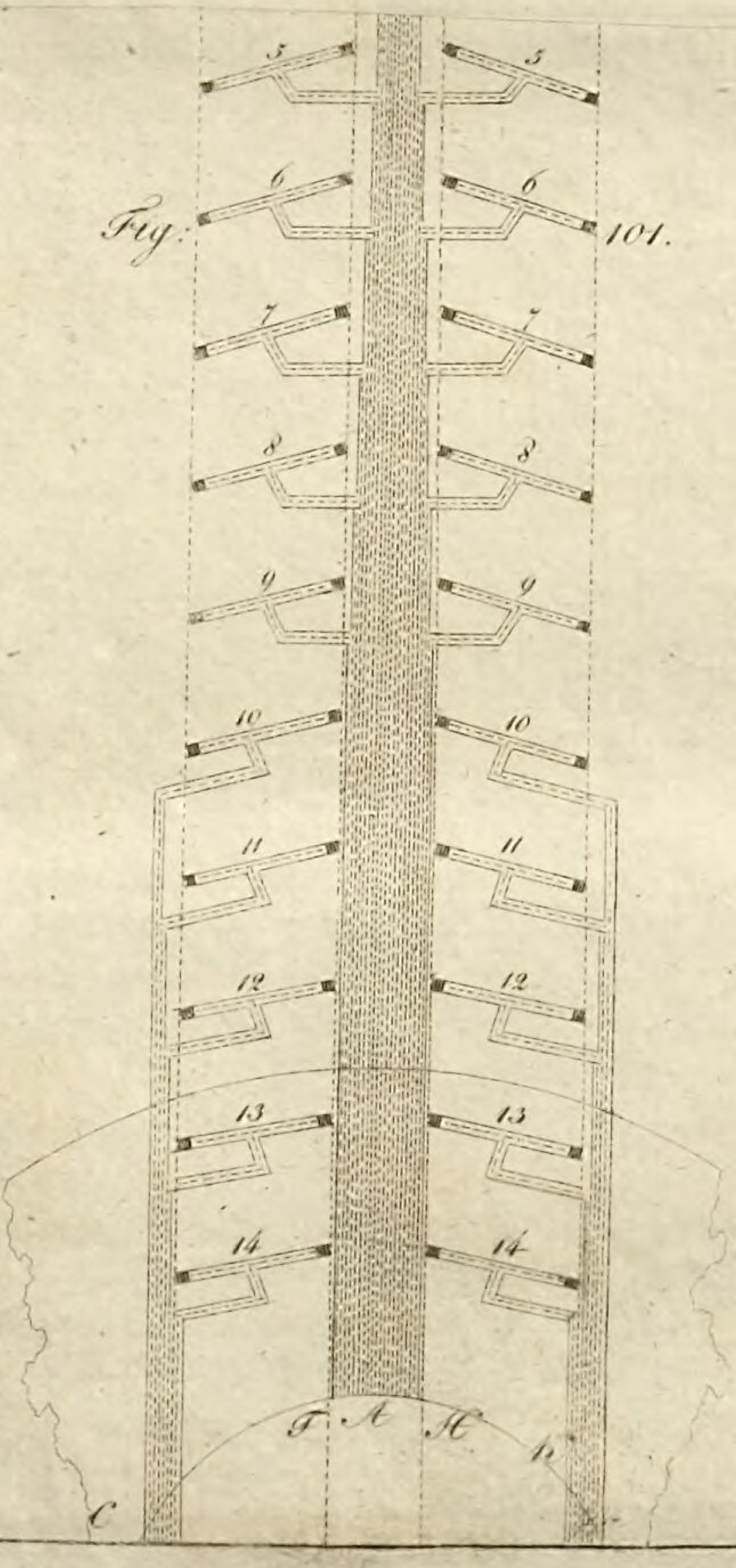
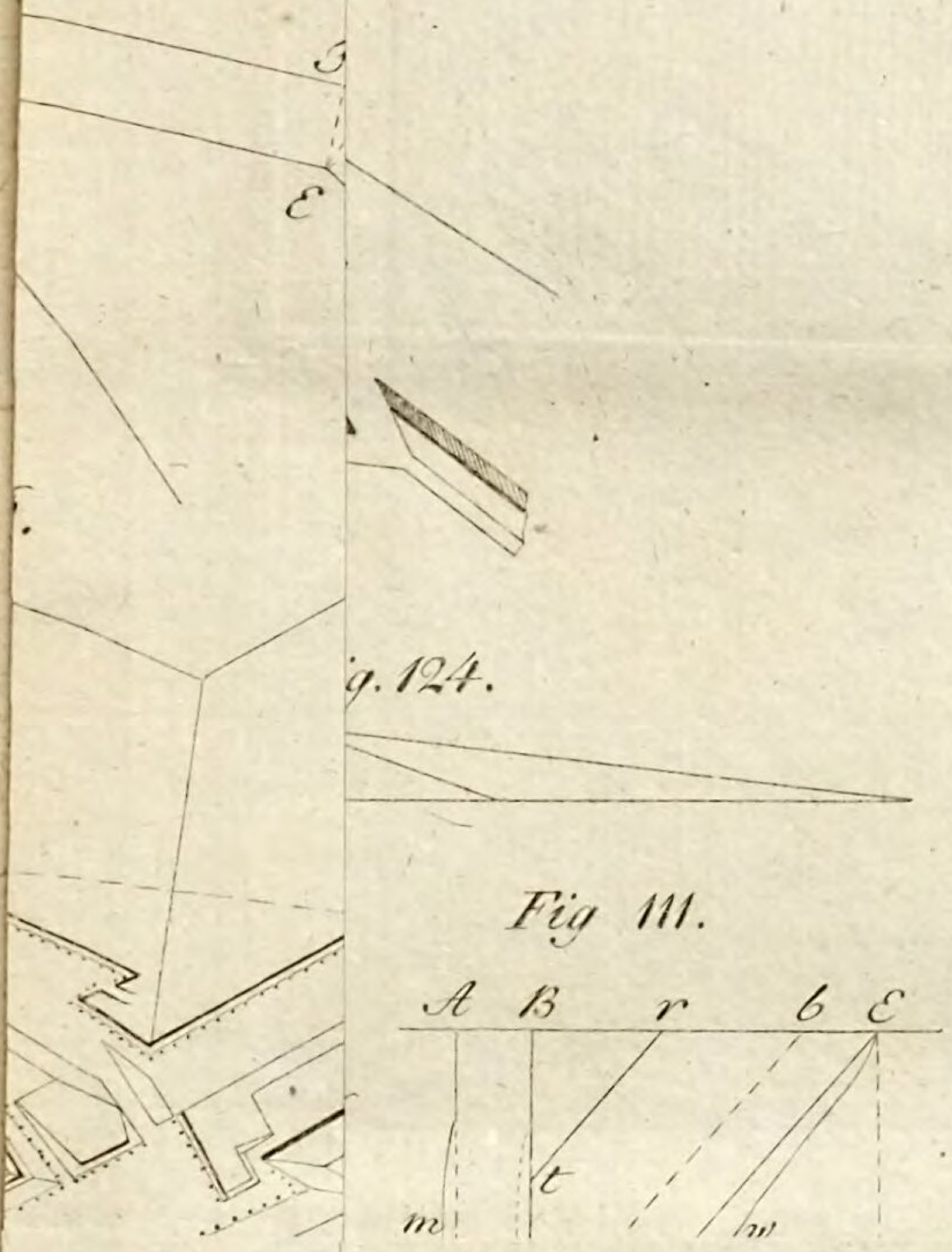


Fig. 101.

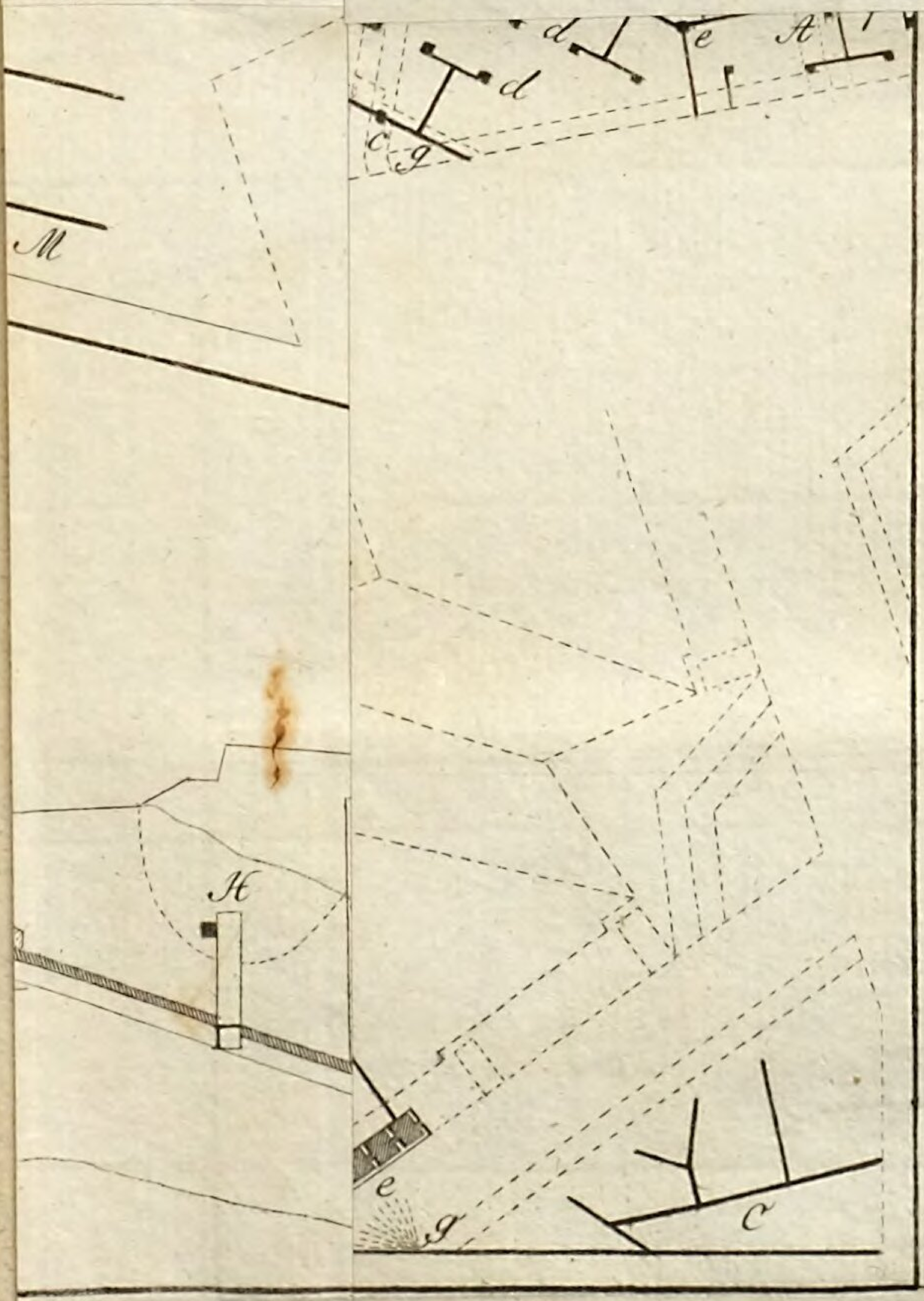


Tab. IX.



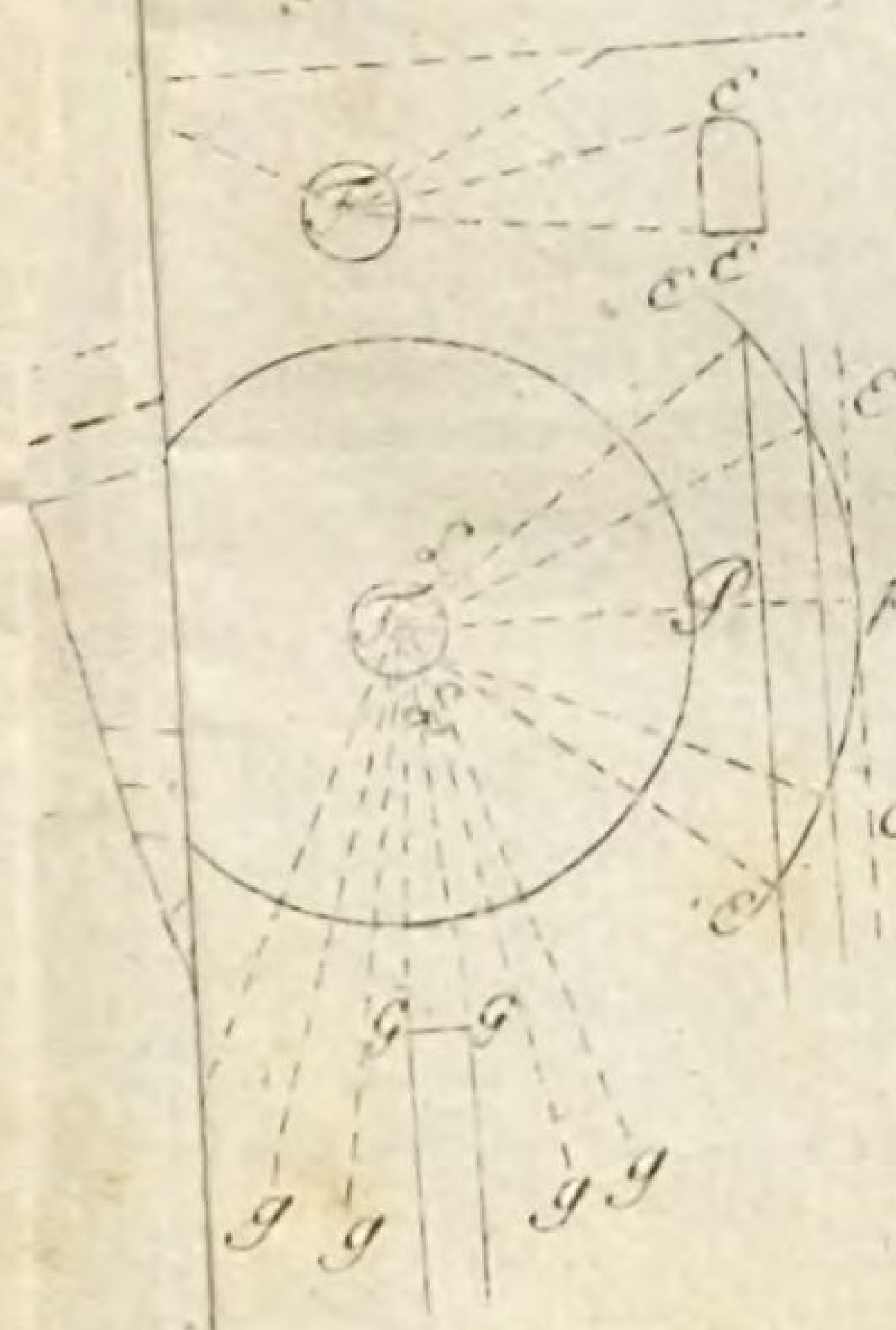
ig. 124.

Fig 111.


d
e
A
d
c
g
M
H
e
g
c

Tab: XI.

Fig: 126.



223.

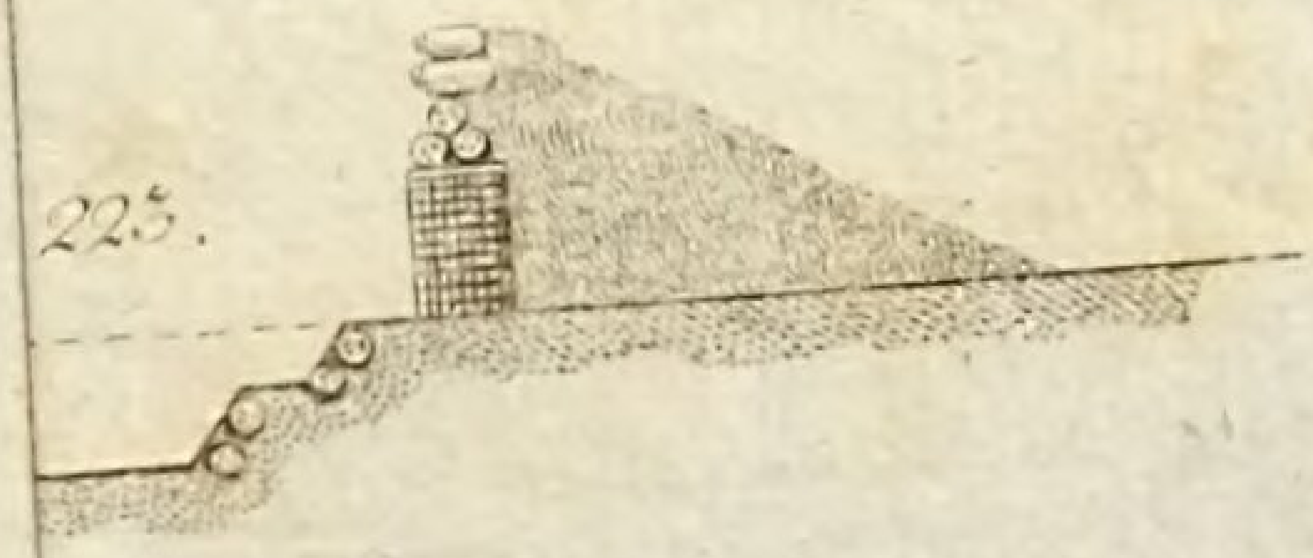


Fig. 125.

Fig: 140.
Fig: 141.
Fig: 136.
R
v
a
m
G
S
L
Q
e
D
B
F
E
A
C
F. Jätnig ſculp:

Tab: XIII

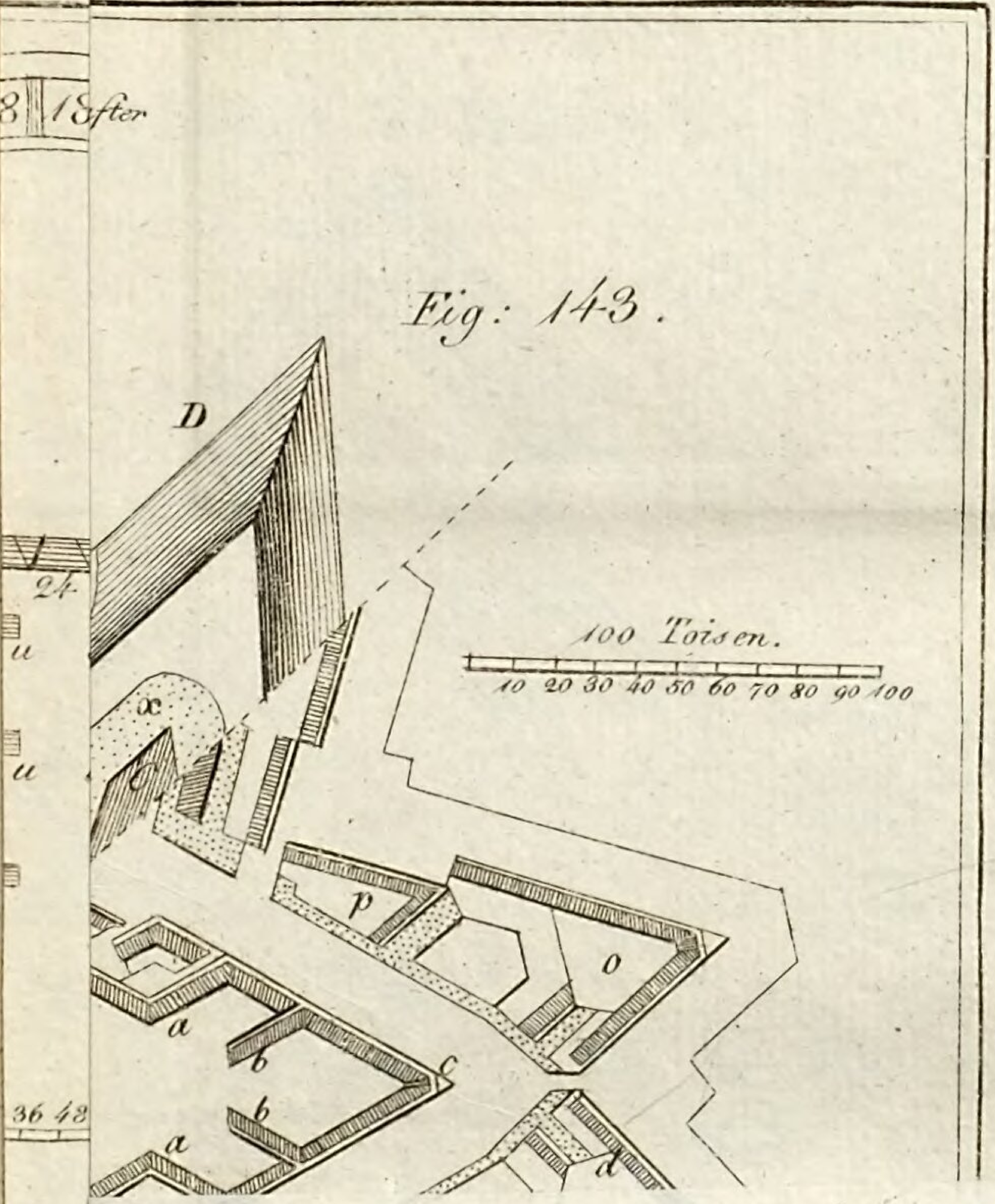
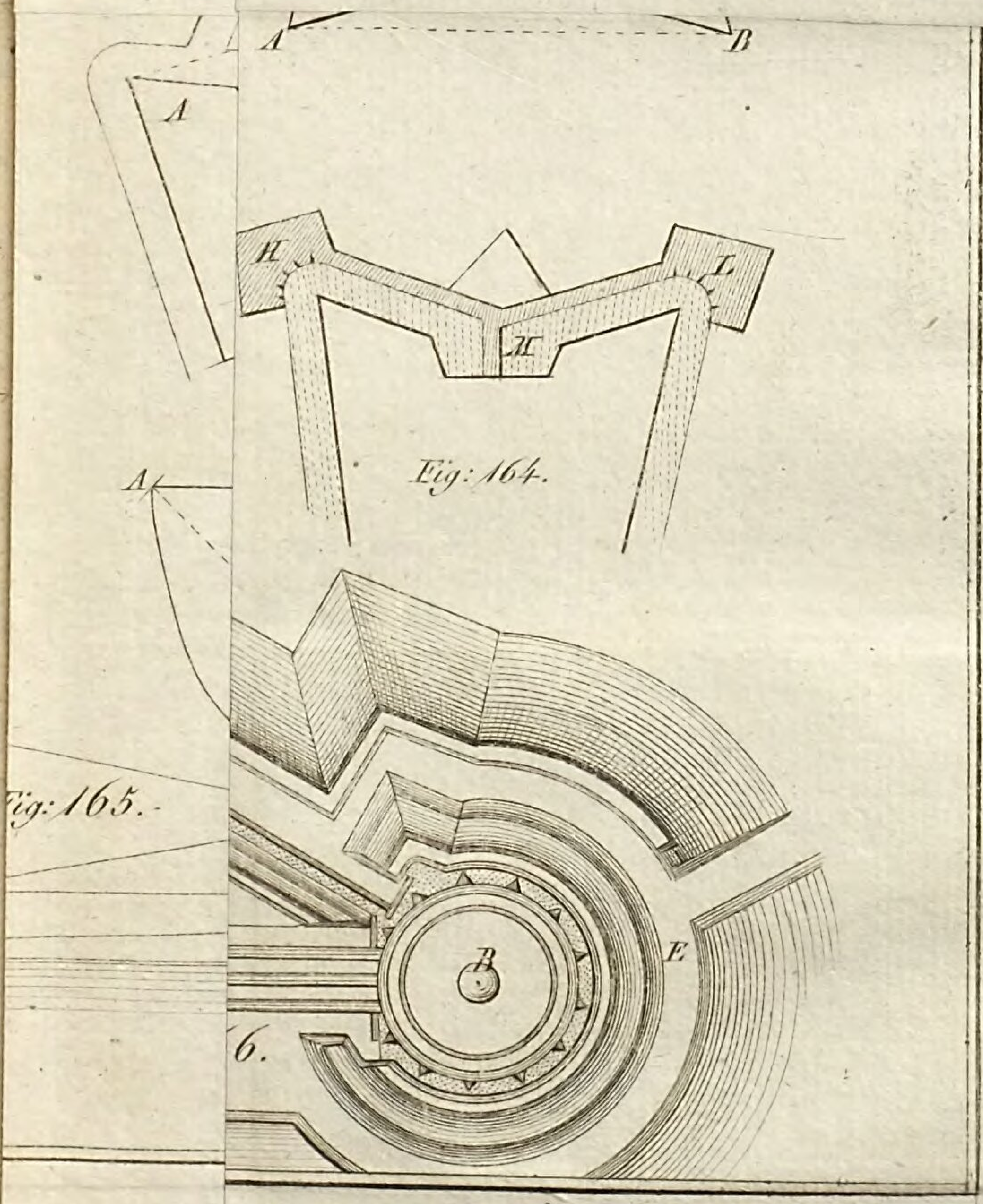
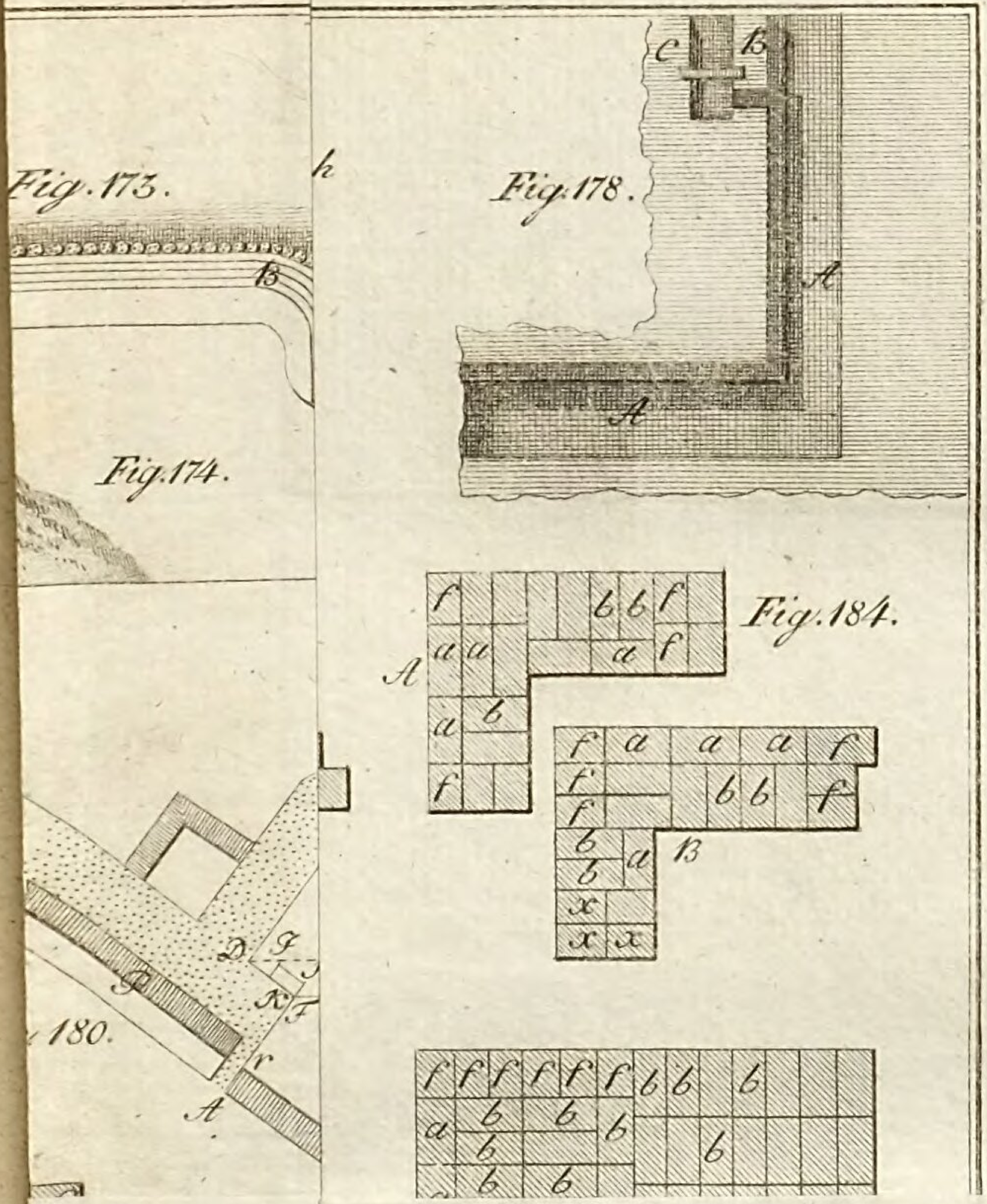
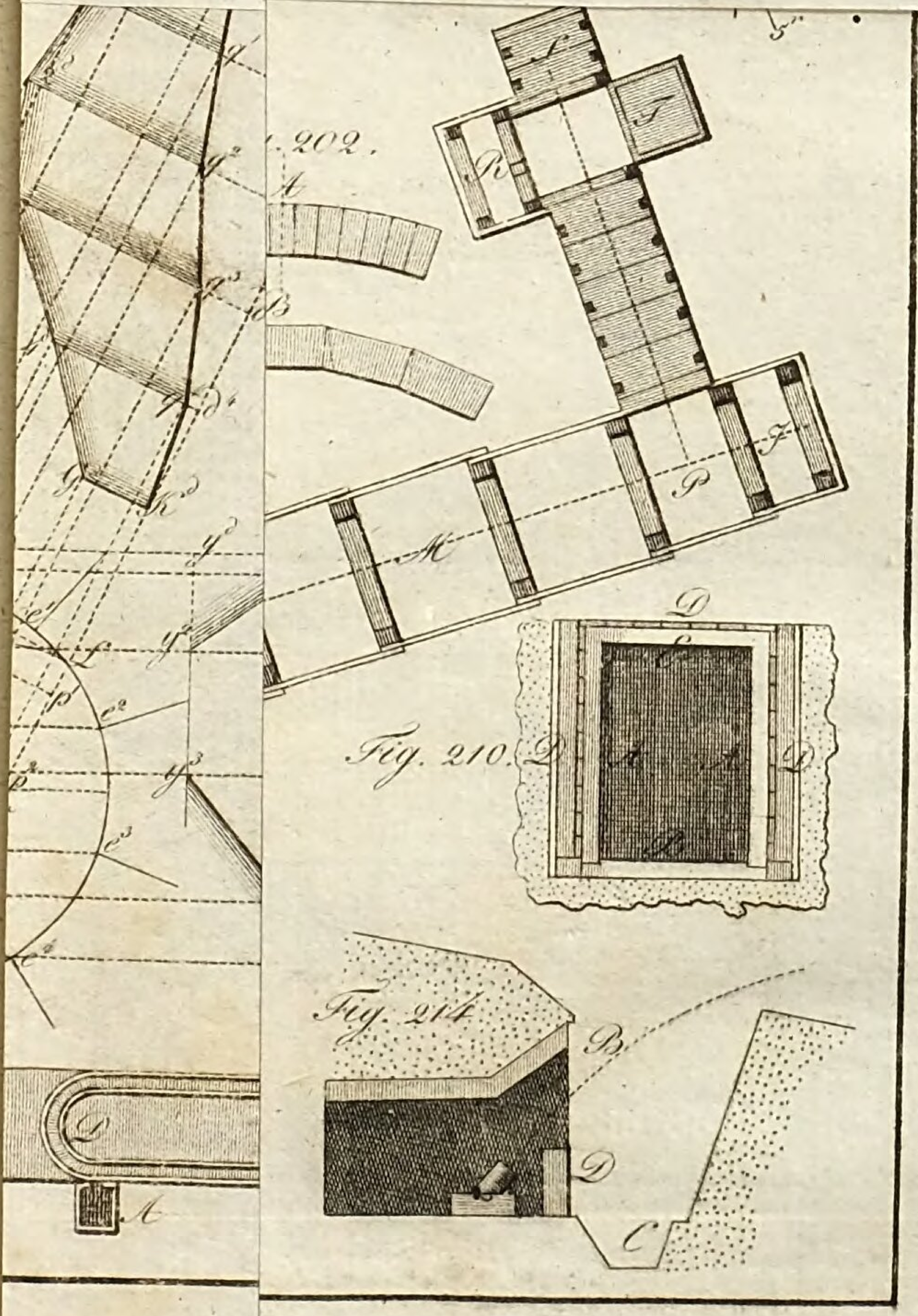


Fig: 143.


A
B
A
H
I
M
Fig: 164.
A
Fig: 165.
B
E
6.

Tab: XV.





...202.

Fig. 210.

Fig. 214

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hoyer, Johann G. von

Allgemeines Wörterbuch der Kriegsbaukunst welches die theoretische und praktische Darstellung aller Grundsätze und Lehren des Festungsbaues, des Angriffes und der Vertheidigung befestigter Orte und des Minenkrieges enthä
lt
Bd.: 2

1816

Bamberg, Staatsbibliothek -- R.mil.o.100#2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11765960-6